

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



Certificação e otimização energética de um edifício de uma IPSS

André Neff Almeida de Oliveira Brito

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e Ambiente

Dissertação orientada por:
Professor Doutor Guilherme Carrilho da Graça (FCUL)

2017

Resumo

Com o crescente desenvolvimento das grandes economias e das grandes metrópoles, o seu parque edificado tende a ser cada vez maior. Os edifícios de serviços acompanham esta tendência, sendo que, nos dias de hoje, é nestes espaços onde a população despende a maior parte do seu dia, seja a trabalhar, seja em lazer. A constante necessidade de manter as melhores condições de qualidade de ar interior, faz com que os edifícios optem por responder às necessidades de conforto térmico com a implementação de sistemas de ar condicionado e ventilação. Esta dissertação de mestrado utiliza um caso real, o edifício de uma Instituição Particular de Solidariedade Social (IPSS), para estudar as diversas melhorias a implementar no mesmo, para que o conforto dos seus ocupantes seja assegurado. Dado que o edifício data dos anos 70 e que, mais tarde, foi ampliado, os materiais de construção são bastante distintos. Acresce ainda, o fato de o edifício em estudo ser a sede de uma IPSS e, como tal, as verbas disponíveis serem reduzidas e, consequentemente, as obras realizadas terem sido deficientes. Na sede da Associação ocorrem atividades bastante distintas como, atividades de tempos livres para crianças, produção de refeições ou, até mesmo, os serviços administrativos da mesma. A sensação de desconforto térmico durante algumas destas atividades era constante, principalmente em estações do ano, como o verão ou o inverno. Outro problema referenciado foi a sensação de sonolência e cansaço devido à acumulação de CO₂. Numa avaliação inicial, um dos problemas identificados foi a inexistência de isolamento em algumas soluções construtivas. Contudo, após uma avaliação de custos/benefício, tema central da dissertação, verificou-se que existem outras medidas que poderão ter um maior impacto na melhoria do conforto dos ocupantes. Foram calculados outros parâmetros, nomeadamente a classificação energética do edifício, eficiência de luminosidade existente e, ainda, a implementação de energia solar fotovoltaica, a fim desta avaliação ser melhor sustentada. Todas as medidas propostas foram avaliadas segundo a sua viabilidade, através do seu custo de implementação em comparação com o benefício que a mesma iria trazer à fatura energética.

Palavras Chave: Conforto térmico, certificação energética, simulação dinâmica, isolamento térmico, produção fotovoltaica.

Abstract

With the increasing development of large economies and large metropolises, its built-up park tends to be growing. The buildings of services follow this trend, and it is nowadays in these spaces where the population spends most of their day, whether at work or at leisure. The constant need to maintain the best conditions of indoor air quality, makes the buildings choose to respond to the needs of thermal comfort with the implementation of air conditioning and ventilation systems. This dissertation uses a real case, the building of an Private Institution of Social Solidarity (PISS), to study the various improvements to be implemented in it, so that the comfort of its occupants is ensured. Since the building dates back to the 1970s and was later expanded, the building materials are quite different. In addition, the fact that the building under study is the seat of a PISS and, as such, the available funds are reduced and, consequently, the works performed have been deficient. In the headquarters of the Association there are quite different activities such as free time activities for children, production of meals or even the administrative services of the same. The feeling of thermal discomfort during some of these activities was constant, especially in seasons like summer or winter. Another problem referred to was the sensation of drowsiness and fatigue due to the accumulation of CO₂. After an initial assessment, one of the problems identified was the lack of isolation in some constructive solutions. However, after a cost / benefit assessment, the central theme of the dissertation, it was verified that there are other measures that may have a greater impact in improving occupant comfort. The other parameters were calculated, namely the energy classification of the building, existing light efficiency and, also, the implementation of photovoltaic solar energy, in order to be better evaluated. All of the proposed measures were assessed on the basis of their viability, through their implementation cost compared to the benefit it would bring to the energy bill.

Keywords: Thermal comfort, energy certification, dynamic simulation, thermal insulation, photovoltaic production.

Índice

Resumo.....	v
Abstract	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Glossário.....	xiii
Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1. Estrutura e objetivos	2
Capítulo 2 - Energia Térmica	4
2.1. Mecanismos de transferência de calor.....	4
2.2. Balanço Energético num Edifício.....	6
Capítulo 3 – Sistemas Energéticos em Edifícios	9
3.1. Eficiência Energética.....	9
3.2. Conforto dos ocupantes	10
3.2.1. Conforto térmico	10
3.2.2. Qualidade do ar	11
3.2.3. Iluminação	12
3.3. Soluções construtivas	13
3.3.1. Isolamento	13
3.3.2. Vãos envidraçados.....	14
3.4. Ventilação de Edifícios	15
3.4.1. Ventilação Natural.....	15
3.4.2. Ventilação Mecânica	17
3.4.3. Ventilação Híbrida	18
3.5. Avaliação de desempenho energético	18
3.5.1. Simulação térmica dinâmica.....	20
3.5.2. Certificação energética	21
3.6. Integração de produção de energia fotovoltaica em edifícios	24
Capítulo 4 - Descrição do edifício.....	27
4.1. Tipologia e ocupação de espaços	28
4.2. Soluções Construtivas	30
4.2.1. Envolvente opaca	30
4.2.2. Vãos envidraçados.....	31
4.3. Equipamentos	32

4.4. Iluminação	33
Capítulo 5 - Avaliação das condições iniciais	35
5.1. Medição de condições interiores	35
5.2. Classificação Energética.....	37
5.2.1. Validação do modelo.....	38
5.2.2. Índice de Eficiência Energética	39
5.2.3. Cenário Base.....	40
Capítulo 6 - Propostas de melhoria	42
6.1. Isolamento	42
6.2. Ventilação Natural.....	44
6.3. Estores	45
6.4. Iluminação	45
6.5. Integração fotovoltaica	47
Capítulo 7 - Conclusões	49
Bibliografia.....	52
Anexos.....	56
1. Folha de avaliação de utilização de salas	56
2. Faturas de energia elétrica durante o período de janeiro a dezembro de 2016.....	57
2.1. Janeiro/fevereiro	57
2.1. Março/abril	59
2.2. Maio/junho	61
2.3. Julho/agosto.....	63
2.4. Setembro/outubro	65
2.5. Novembro/dezembro	67

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Consumo Energético em edifícios de comércio em Espanha - Adaptado (4).....	1
Figura 2.1 - Processos de Transferência de energia térmica –Adaptado (8)	4
Figura 2.2 - Ilustração de trocas de energias num edifício	6
Figura 3.1-Relação entre PMV e PPD [14].....	11
Figura 3.2-Processos de transferência de calor em janelas	14
Figura 3.3-Exemplos de Ventilação Natural com mecanismo single-sided – Adaptado (28).....	16
Figura 3.4-Ilustração de ventilação cruzada numa sala retangular (29)	17
Figura 3.5- Métodos de quantificação de energia para edifícios existente - Adaptado (32)	19
Figura 3.6- Ilustração de processos de uma simulação dinâmica – Adaptado (33).....	21
Figura 4.1 - Imagem aérea do edifício da Associação Frei Fabiano de Cristo	27
Figura 4.2 - Esquema de divisões do piso térreo do edifício.....	28
Figura 4.3 - Esquema de divisões do primeiro piso do edifício	28
Figura 4.4- Corte feito no pladur do telhado para averiguar a sua constituição	30
Figura 4.5 - Aparelho utilizado na medição da iluminância	34
Figura 5.1- Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas na sala 1S5	35
Figura 5.2 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas na sala 1S3	35
Figura 5.3 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas na sala 1S1	36
Figura 5.4 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas no verão na sala 1S5	36
Figura 5.5 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas no verão na sala 1S3	37
Figura 5.6 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas no verão na sala 1S1	37
Figura 5.7 - Consumo elétrico simulado em comparação com o consumo real proveniente de faturas de eletricidade	38
Figura 5.8-Concentração de CO2 na sala OS3.....	41
Figura 6.1 - Analise Custo/benefício consoante a espessura do isolamento do telhado.....	42
Figura 6.2 - Analise Custo/benefício consoante a espessura do isolamento da parede exterior	43
Figura 6.3 - Concentração média de CO2 durante 8h consecutivas em OS3	44
Figura 6.4 - Consumo anual vs. Produção anual	47

Índice de Tabelas

Tabela 3.1- Escala de índice de sensação térmica de Fanger[14]	10
Tabela 3.2 - Poluentes existentes no interior de um edifício.....	12
Tabela 3.3 - Valores de iluminância média segundo a norma europeia EN 12464-1 (17).....	13
Tabela 3.4 - Propriedades de materiais isolantes posteriormente simulados (19, 21,22).....	14
Tabela 3.5- Fator de conversão de energia em quantidade de dióxido de carbono libertado (38)	22
Tabela 3.6 – Intervalos de valores de cada classe energética.....	23
Tabela 4.1- Tipologia e ocupação de cada divisão.....	29
Tabela 4.2 - Constituição das diferentes envolventes existentes (21),(22).....	31
Tabela 4.3- Equipamentos existentes e sua potência.....	32
Tabela 4.4- Iluminação Existente, sua potência, iluminância e Eficiência	33
Tabela 5.1 - Classificação energética do edifício antes das propostas de melhorias.....	39
Tabela 5.2 - Consumos elétricos de cenário BaseBad.....	40
Tabela 5.3 - Consumos elétricos de cenário BaseBad com Ventilação Mecânica	41
Tabela 6.1 - Solução construtiva proposta	43
Tabela 6.2 - Consumos elétricos com implementação de isolamento	44
Tabela 6.3 - Consumos elétricos com implementação de ventilação natural	44
Tabela 6.4 - Horário de abertura de estores.....	45
Tabela 6.5 - Consumos elétricos com implementação de estores	45
Tabela 6.6 - Iluminação a instalar para melhoria da mesma (51).....	46
Tabela 6.7 - Consumos elétricos com renovação de iluminação.....	46
Tabela 6.8 - Eficiência Real de uma lâmpada LED	46
Tabela 6.9 - Consumos elétricos com implementação de painéis fotovoltaicos	48
Tabela 7.1 - Consumos previstos após a implementação de medidas de melhorias.....	50
Tabela 7.2- Certificação energética final.....	50

Glossário

AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado
IPSS	Instituição Particular de Solidariedade Social
NZEB	<i>Net Zero Energy Building</i>
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i>
PPD	<i>Predicted Percentage Dissatisfied</i>
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UPAC	Unidade de Produção para Autoconsumo
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
UPP	Unidade de Pequena Produção
UP	Unidade de Produção

Capítulo 1 – Introdução

Numa sociedade cosmopolita em que mais de metade da população mundial habita em grandes metrópoles (1), as atividades económicas, sociais e culturais aumentam por forma a dar resposta ao crescimento demográfico da cidade. Como tal, o edificado existente nos grandes centros urbanos tem obrigatoriamente de acompanhar este crescimento, a fim de responder às necessidades dos seus habitantes.

Com este desenvolvimento, a tendência será para que este consumo seja cada vez mais acentuado e, como consequência, existirão mais emissões de gases de efeito de estufa. Na União Europeia, o parque edificado é já responsável por cerca de 40% do consumo de energia total de todo o território europeu.(2)

Numa época em que o fator económico é tão ou mais importante do que os argumentos ambientais, é de extrema importância ter a noção precisa de quais são as necessidades exatas de cada edifício e quais são possíveis reduzir.

Os edifícios são agregados em setor residencial e setor não residencial. Este último é responsável pelo funcionamento de atividades económicas sobretudo do setor terciário, isto é, comércio e serviços.

Nos dias de hoje, a população em geral consome cerca de 90% do seu tempo em espaços interiores, sendo este tempo repartido por edifícios residenciais e edifícios de comércio e serviços, nos seus empregos. (3)

Esta estadia leva a uma elevada necessidade de energia para dar resposta às necessidades dos seus ocupantes, mais concretamente, consumos de operação de aparelhos de climatização e ventilação que são necessários a fim de garantir as condições de conforto térmico dos ocupantes e a renovação do ar existente – Sistemas de AVAC. (4)

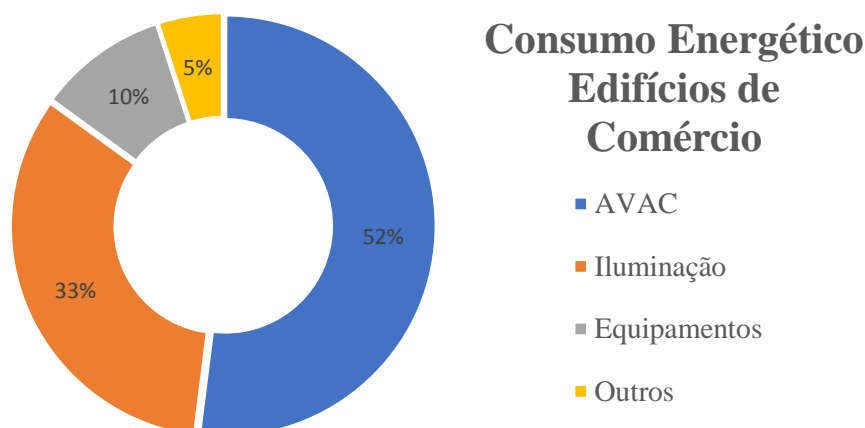


Figura 1.1 - Consumo Energético em edifícios de comércio em Espanha - Adaptado (4)

Posto isto, os sistemas AVAC em edifícios de serviços é a área de consumos em que mais energia é consumida para assegurar as condições térmicas ótimas de funcionamento do edifício. Como tal, este é o setor que mais atenção requer na otimização energética, com vista a um eficiente consumo de energia e, como consequência, à otimização das despesas com energia.

As estratégias que visam reduzir os consumos deste setor são de extrema importância. Para um correto dimensionamento destas mesmas estratégias é necessário perceber quais são os principais intervenientes no balanço energético existente em cada espaço.

Em Portugal existem cerca de 4.944 Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS), instituições estas que sobrevivem à custa de donativos particulares e/ou de apoios estatais (5).

Sendo o intuito das mesmas a canalização de fundos por forma a proporcionar ajuda a quem dela mais necessita, todos os custos operacionais que possam ser diminuídos irão reverter para uma maior disponibilidade financeira para a obra social.

A Associação Frei Fabiano de Cristo é uma das associações que se encontra nos moldes acima descritos. Sendo uma Associação que utiliza as suas instalações para promover a solidariedade social, existe um interesse relevante na redução de custos de operação.

Nas suas instalações são realizadas atividades com crianças e adultos e, por ser um edifício que foi construído com donativos particulares, o mesmo carece de algumas intervenções, nomeadamente, a nível do conforto dos ocupantes.

Seria intenção da direção colocar sistemas de climatização nos espaços onde o desconforto térmico dos ocupantes é mais crítico. Contudo, pelo que acima se descreve, tal investimento seria de difícil concretização.

1.1. Estrutura e objetivos

Esta dissertação de mestrado descreve todo o caminho percorrido, por forma a avaliar as condições térmicas do edifício da IPSS Associação Frei Fabiano de Cristo, bem como as propostas de redução de consumo, sem pôr em causa o conforto dos ocupantes.

A fim de sustentar a avaliação energética em causa, foi realizado o exercício de avaliação da classificação energética do edifício nos dias de hoje e comparado com a classificação que o edifício poderia vir a ter, caso as medidas de melhoria propostas fossem implementadas.

Numa perspetiva de utilização sustentável dos sistemas de energia é necessário aferir de que forma o edifício está a operar para que sejam introduzidas medidas adequadas a fim de melhorar o desempenho energético do edifício, tendo sempre como objetivo um edifício NZEB - *Net Zero Energy Building*, com um investimento consciente em comparação com o benefício trazido.

Assim, este trabalho pretende dar resposta aos seguintes pressupostos:

- O que influencia o desconforto dos ocupantes?
- Qual será o aumento da fatura energética com a instalação dos sistemas de climatização pretendidos e qual o aumento dos níveis de conforto térmico que estes equipamentos irão proporcionar?
- Que medidas se poderão implementar por forma a reduzir a fatura energética sem reduzir os níveis de conforto?

- Qual será o *payback* dessas mesmas medidas? Será benéfico em detrimento do sistema de climatização convencional?
- Qual será a melhoria da classe energética com essas mesmas melhorias?

O presente documento encontra-se estruturado do seguinte modo:

Neste primeiro capítulo fala-se sobre a razão que levou à realização deste estudo, é feita, também, uma breve descrição de como esta dissertação se encontra estruturada e de quais são os seus objetivos.

No capítulo 2 é feita uma introdução teórica de todos os conceitos fundamentais de transferências de energia e como esta ocorre nos edifícios. Este capítulo é de extrema importância uma vez que é através da informação nele contida que, posteriormente, serão perceptíveis as condições internas de cada divisão, as trocas de calor, e as necessidades que estas poderão ter.

No capítulo 3 é feita uma introdução dos conceitos práticos necessários às melhorias a implementar, bem como a legislação em vigor e os *softwares* de simulação utilizados ao longo desta dissertação que, por sua vez, simplificam o cálculo de todas as equações enumeradas no capítulo 2.

No capítulo 4 está descrito todo o levantamento prévio que foi feito no edifício, ou seja, as soluções construtivas, os equipamentos e a iluminação existente que, posteriormente, foi utilizado para simular as mesmas.

A iniciação do estudo é feita no capítulo 5, em que são avaliadas as condições existentes no interior do edifício através de medições realizadas, a classificação energética inicial e, por último, na secção 5.3, a caracterização do cenário base que contempla a existência de sistemas mecânicos de climatização.

No capítulo 6 são mostradas as propostas de melhoria, bem como o custo de investimento de cada uma delas e o seu benefício.

Por último, no capítulo 7 é feita a análise das medidas propostas e quais serão as que poderão ser alvo de implementação; e, a conclusão final de quais são os custos de investimento necessários, a redução de custos na fatura energética e, consequentemente, a melhoria na classe energética.

Capítulo 2 - Energia Térmica

2.1. Mecanismos de transferência de calor

Compreender os princípios físicos de transferência de energia sob a forma de calor é um passo fundamental para compreender o balanço energético de um edifício. Por sua vez, para entender o conceito de transferência de calor, é útil definir, em primeiro lugar, dois conceitos muito usados: o contacto térmico e o equilíbrio térmico.

Dois corpos estão em contacto térmico se for possível a troca de energia entre eles, na ausência de trabalho macroscópico de um sobre o outro. Por sua vez, equilíbrio térmico é a situação na qual dois corpos, em contacto térmico, não efetuam nenhuma troca líquida de energia, em virtude da diferença de temperatura entre ambos (6).

Sabemos pela experiência comum que dois corpos, inicialmente, a temperaturas diferentes e em contacto (térmico) um com o outro, acabam por atingir uma temperatura média, comum a ambos. A isto dá-se o nome de equilíbrio térmico. Contudo, o tempo necessário para dois corpos atingirem esse mesmo equilíbrio depende das suas propriedades ou vias disponíveis para a troca de energia (6).

A Física sentiu a necessidade de traduzir esta experiência através de uma lei fundamental da termodinâmica, a Lei zero, que nos diz que: *“Se dois corpos A e B estão, separadamente, em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico mútuo”*

Outro conceito fundamental da termodinâmica é a definição de calor. Este é usado apenas para descrever a energia transferida de um corpo para outro, isto é, *“fluxo de calor é a transferência de energia que ocorre exclusivamente em consequência de uma diferença de temperatura”* (7).

No processo de transferência de energia sob a forma de calor existem três mecanismos físicos que o fundamentam:

- Transferência por Condução;
- Transferência por Convecção;
- Transferência por Radiação.

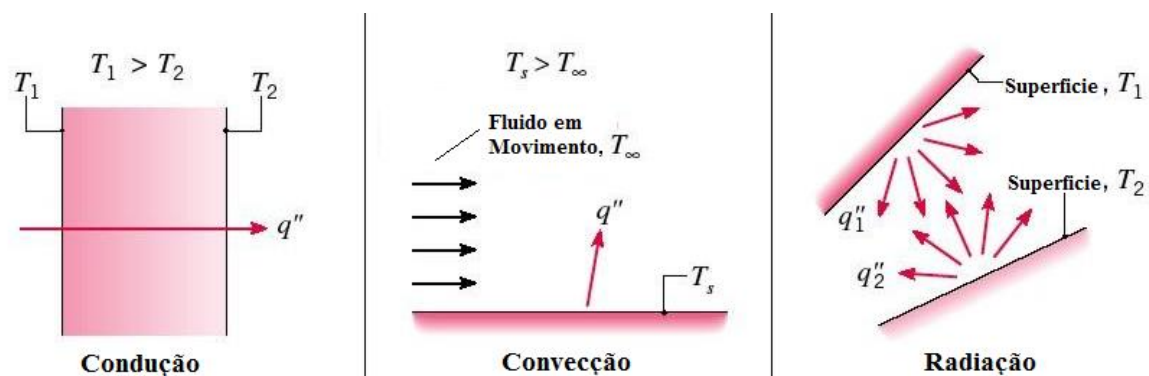


Figura 2.1 - Processos de Transferência de energia térmica –Adaptado (8)

A **Condução** é o processo de transferência de calor efetuada a uma escala molecular, por transferência de energia, isto é, as partículas mais energéticas transferem parte da sua energia vibracional para outras partículas menos energéticas de uma dada substância devido às interações entre elas. O calor transferido por unidade de tempo através de condução (\dot{q}_{cond} , [W]) é dado pela seguinte expressão:

$$\dot{q}_{cond} = -(\lambda \cdot A) \frac{dT}{dx} \quad (2.1)$$

Esta expressão é também conhecida como Lei de Fourier e diz-nos que a taxa de calor é proporcional à propriedade física do material designada por condutividade térmica (λ , [W/(m.K)]), que varia consoante o material em questão; à área de transferência perpendicular ao fluxo de calor (A , [m²]); e, ao gradiente de temperaturas (dT/dx).

O sinal negativo na equação é uma consequência de o calor ser transferido na direção de temperatura descendente, fazendo com que no final o fluxo tome valores positivos para quando isto acontece(8).

A transferência de calor por **Convecção** ocorre quando um fluido em movimento entra em contacto com uma superfície, estando os dois a diferentes temperaturas.

A transferência de calor por convecção pode ser classificada de acordo com a natureza do escoamento do fluido. Se o escoamento for causado por meios externos (ventiloconvectores, vento) denomina-se convecção forçada; caso contrário, estaremos perante uma convecção natural, em que o escoamento do fluido é induzido por forças originadas por diferenças de densidade. (8)

A transferência de calor por convecção (\dot{q}_{conv} , [W]), é expressa pela equação:

$$\dot{q}_{conv} = h_c \cdot A \cdot \Delta T \quad (2.2)$$

Onde:

- h_c – Coeficiente de transferência de calor convectivo, [W/ (m². °C)];
- A – Área perpendicular ao fluxo de calor, [m²];
- ΔT – Diferença de temperatura entre o fluido e a superfície.

A **Radiação Térmica** é a energia emitida pela matéria resultante de alterações eletrónicas de átomos e moléculas. Esta energia radiante é constituída por ondas eletromagnéticas ou fótons e é emitida por qualquer corpo com uma temperatura superior a 0K.

A energia radiante que um corpo (\dot{q}_{rad} , [W]) emite é dada pela Lei de Stefan-Boltzmann aplicada a um corpo real, representada pela equação 2.3.

$$\dot{q}_{rad} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot T_{sup}^4 \quad (2.3)$$

No entanto, uma vez que todas as superfícies emitem radiação térmica, o mais importante é conhecer o balanço da troca de energia radiante entre superfícies, dado pela equação 2.4.

$$\dot{q}_{rad} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot (T_{sup}^4 - T_{viz}^4) \quad (2.4)$$

Onde:

- σ – Constante de Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8} \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)]$;
- ε – Emissividade da superfície, ($0 < \varepsilon \leq 1$);
- T_{sup} – Temperatura absoluta da superfície, [K];
- T_{viz} – Temperatura absoluta das superfícies vizinhas [K].

Este mecanismo tem uma maior relevância quanto maior forem as temperaturas, uma vez que a energia radiante emitida é proporcional à quarta potência da temperatura (8).

2.2. Balanço Energético num Edifício

Os processos, anteriormente descritos, são os principais agentes na definição de balanço térmico de um edifício.

As propriedades construtivas da envolvente, os equipamentos utilizados, a ocupação dos espaços e a exposição solar são parâmetros que têm uma forte influência no comportamento térmico de um edifício. Como tal, todos estes fatores devem ser considerados neste mesmo balanço térmico. Na figura 2.2 estão representados os componentes que podem influenciar este comportamento.

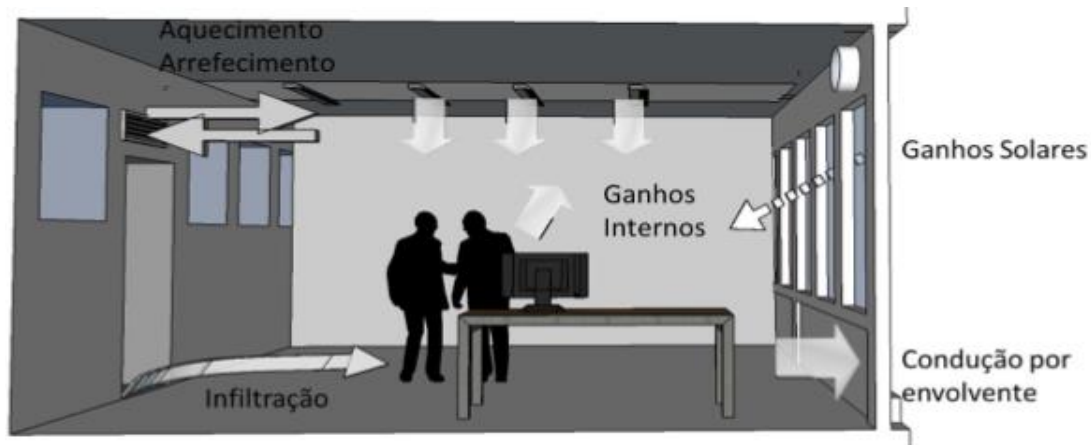


Figura 2.2 - Ilustração de trocas de energias num edifício

A equação 2.5 descreve, de um modo simplificado, este balanço. O primeiro termo depois da igualdade refere-se à energia armazenada no ar interior do espaço e o segundo é referente às perdas/ganhos de energia por transferência de calor pela envolvente.

$$G_i + G_s + G_v + G_c = \rho_{ar} \cdot C_{p_{ar}} \cdot V_s \cdot \frac{\Delta T}{dt} + \sum_{n=1}^k A_n \cdot U_n \cdot (T_{int} - T_{out}) \quad (2.5)$$

Onde:

G_i – Ganhos internos, [W];

G_s – Ganhos solares, [W];

G_v – Ganhos de ventilação (infiltração de ar exterior), [W];

G_c – Ganhos sensíveis à climatização, [W];

V_{ar} – Volume de ar existente no espaço a considerar, [m^3];

$\Delta T/dt$ – Variação de temperatura do ar interior por unidade de tempo, $[K/s]$;

A_n – Área de superfície da envolvente, $[m^2]$;

U_n – Coeficiente de transmissão térmica da envolvente, $[W/(m^2.K)]$;

Nos edifícios de serviços, os ganhos internos têm um forte peso no balanço térmico de cada espaço e, consequentemente, nas cargas de arrefecimento (9).

Para este tipo de ganhos internos contribui o calor libertado pelas elevadas taxas de ocupação de cada divisão, equipamentos ligados durante longos períodos de tempo e, até a energia radiativa libertada pela iluminação existente.

Os ganhos solares devem-se, essencialmente, à incidência de radiação solar, direta ou indireta, na envolvente não opaca do edifício e dependem do recurso solar disponível e das características das superfícies não opacas. Para uma determinada janela com área de vidro (A_v) pode ser utilizada a expressão:

$$G_s = A_v \cdot F_s \cdot (R_{directa} \times \cos[AT] \times \cos[AZ] + F_f J C \times R_{difusa}) \cdot Cc \quad (2.6)$$

Onde:

F_s – Fator solar, (tipicamente, compreende valores: $0,2 \leq F_s \leq 0,8$);

$R_{directa}$ – Radiação direta, $[W/m^2]$;

AT – Altitude Solar, $[^\circ]$;

AZ – Azimuth, $[^\circ]$;

F_f – É o fator de forma entre a janela e o céu (“view factor”);

R_{difusa} – Radiação difusa, $[W/m^2]$;

Cc – Fator de transferência de calor sensível

Um dos parâmetros com mais influência nos ganhos solares é o fator solar do vidro que, tipicamente, compreendido entre 0,2 e 0,8. Este valor quantifica a totalidade de energia transmitida para o interior do edifício com origem na radiação solar e, como tal, é obtido através da razão entre o ganho de calor solar através do vidro e a radiação solar nele incidente.

A fim de remover os poluentes existentes em cada divisão (CO_2 , maus cheiros, entre outros) a constante renovação do ar interior assume um papel preponderante. Uma vez que o ar exterior se encontra geralmente a uma temperatura inferior à do ar interior, é necessário fornecer energia ao ar, por forma a forçar a ventilação do espaço interior. Através da equação seguinte é permitido determinar a energia necessária a este processo.

$$G_v = \rho_{ar} \cdot C_{par} \cdot (T_{out} - T_{int}) \quad (2.7)$$

Onde:

ρ_{ar} – Massa volúmica do ar, $[kg/m^3]$;

C_{par} – Calor específico do ar, $[J/(kg.K)]$;

T_{out} – Temperatura exterior, $[K]$;

T_{int} – Temperatura interior, $[K]$;

As necessidades energéticas de ventilação poderão ser reduzidas ou até nulas, caso o edifício adote um sistema de ventilação natural ou híbrida, respetivamente. Mais à frente irá ser abordado novamente este aspeto.

Por último resta referir que o correto dimensionamento de ventilação mecânica é crucial, uma vez que se pretende insuflar ar novo a uma temperatura que não a temperatura interior, o que poderá aumentar as necessidades de climatização.

Para que as condições interiores tendam para o equilíbrio, é necessário corrigir a temperatura do ar interior no caso de esta se encontrar fora do intervalo desejável. Para isso é quase indispensável que se recorra a um sistema de climatização. Como tal, o parâmetro G_c calcula a energia necessária para a climatização do espaço, através da seguinte equação:

$$G_c = \rho_{ar} \cdot C_{p_{ar}} \cdot \dot{V}_{ins} \cdot (T_{ins} - T_{int}) \quad (2.8)$$

Onde:

\dot{V}_{ins} – Caudal de ar insuflado, [m^3/s];

T_{ins} – Temperatura do ar insuflado, [K];

São estas as equações que irão servir para caracterizar as trocas de calor no edifício. Estas poderão ser vistas, pontualmente, quando se assume que cada divisão não efetua troca de calor com a sua adjacente, ou, optando por uma via mais complexa, a utilização destas equações, de forma a caracterizar o comportamento de um edifício como um todo ao longo de um ano típico, possibilitando assim quantificar as trocas de calor entre cada divisão. Para que isto aconteça deverá ser utilizado um software de simulação dinâmica, como é explicado mais à frente.

Capítulo 3 – Sistemas Energéticos em Edifícios

3.1. Eficiência Energética

“A eficiência energética é a otimização que realizamos no consumo de energia”. Esta é a definição de eficiência energética que a ADENE - Agência Portuguesa para a Energia - nos dá, tendo em conta o desenvolvimento da sociedade e o aumento do conforto e das necessidades energéticas (10).

Assim a aplicação desta otimização do consumo energético de forma sustentável torna-se uma ferramenta crucial para reduzir custos operacionais inerentes às infraestruturas, aumento de competitividade e do conforto dos utilizadores. Esta otimização pode ser alcançada através de três frentes (11):

- Redução do consumo final;
- Produção local de energia;
- Mudança nos padrões de consumo energético.

Alteração da envolvente dos edifícios (paredes, chão ou tetos), sombreamento dos vãos envidraçados, ou até mesmo controlo de infiltração dos espaços são algumas ferramentas que, ao incorporar num edifício, pretendem reduzir o consumo final de energia e, conseqüentemente, o aumento da eficiência energética do mesmo.

Aumentar o desempenho energético pode passar, igualmente, pelo uso de sistemas de produção de energia renovável que proporcionam uma alternativa à compra de energia. Estes sistemas podem ser fotovoltaicos ou eólicos, por exemplo, de forma a produção de eletricidade e/ou energia térmica ou energia geotérmica de forma a minimizar os custos de climatização.

No que diz respeito a atingir a eficiência através da diminuição dos padrões de consumo de energia podem ser utilizados equipamentos mais eficientes, incluir ventilação natural, sistemas de recuperação de calor ou até mesmo sistemas de armazenamento térmico.

Contudo, segundo Karmellos *et al.*, a escolha do tipo de medida a aplicar deve ser considerada segundo instrumentos de decisão como (12):

- **Ambientais:** necessidade energéticas, consumos de energia primaria, emissões de CO₂, outras avaliações ambientais;
- **Económicos:** custos de capital, custos ao longo do seu ciclo de vida;
- **Sociais:** conforto térmico e acústico, bons níveis de iluminação natural e qualidade do ar interior;
- **Técnicos:** tempo de vida útil, por exemplo.

Cada edifício apresenta diferentes características, pelo que as medidas de poupança usadas para um edifício podem não ser adequadas a outro. Além disso, a implementação de múltiplas medidas de poupança energética não se conjuga no somatório dos benefícios que cada uma proporciona em particular devido à natureza interativa presente entre os sistemas de energia de um edifício, pelo que a sua implementação deve ser estudada caso a caso.

3.2. Conforto dos ocupantes

A par da redução de consumos, a grande preocupação em estudar os sistemas energéticos é garantir o conforto dos ocupantes e o bom funcionamento das atividades desenvolvidas dentro dos edifícios, de forma sustentável.

A ausência de conforto dos ocupantes pode ser atingida de várias formas, tais como, temperatura interior desadequada, humidade extrema do ar, má qualidade do ar interior, ou até por falta de iluminação, por exemplo (13).

De seguida caracteriza-se que se entende por desconforto nos três parâmetros acima enumerados.

3.2.1. Conforto térmico

O conforto térmico assume um papel preponderante em estudos de sistemas energéticos, uma vez que sistemas como AVAC, que garantem o conforto térmico de forma mecânica, são os sistemas que mais consomem num edifício de serviços (4). Não podendo ser negligenciado o conforto dos ocupantes é necessário garantir que este ocorre quer através de energias renováveis, quer através de equipamentos mecânicos. Contudo qualquer que seja o método escolhido este deve ser capaz de se adaptar à variação do clima ao longo dos 365 dias quer ao intervalo de temperaturas registado durante as 24h de cada dia.

Fanger (14) elaborou uma teoria que permite avaliar e quantificar o conforto térmico (ou ausência dele) sentido pelos ocupantes.

A sua teoria é baseada no pressuposto que o equilíbrio térmico é alcançado sempre que o calor interno gerado pelo organismo é trocado com o meio ambiente à mesma taxa, mantendo assim a temperatura corporal interna constante. Para garantir o conforto térmico, também é crucial evitar condições de desconforto local, como assimetria radiativa, alta velocidade de ventilação, e alto gradiente de temperatura vertical.

O modelo qualitativo de Fanger baseado no equilíbrio térmico é denominado por índice de sensação térmica (*Predicted Mean Vote* - PMV). Este modelo combina duas variáveis pessoais (atividade metabólica, vestuário) e quatro variáveis físicas (temperatura média radiante, temperatura do ar, humidade relativa, e velocidade do ar). O índice de sensação térmica tem um espectro que se inicia em -3 (“demasiado frio”) até +3 (“demasiado calor”), sendo que 0 corresponde ao nível de conforto térmico (14).

Tabela 3.1- Escala de índice de sensação térmica de Fanger[14]

<i>Índice de sensação térmica (PMV)</i>	
-3	Demasiado Frio
-2	Frio
-1	Sensivelmente Frio
0	Neutro (Conforto)
+1	Sensivelmente Quente
+2	Quente
+3	Demasiado Quente

Fanger propôs ainda outro indicador, a percentagem prevista de insatisfação (*Predicted Percentage of Dissatisfied* - PPD), que estima qual a fração de pessoas insatisfeitas por estarem em desconforto térmico, seja por frio (-3, -2) ou calor (+2, +3). A figura 3 ilustra a dependência de PPD em PMV.

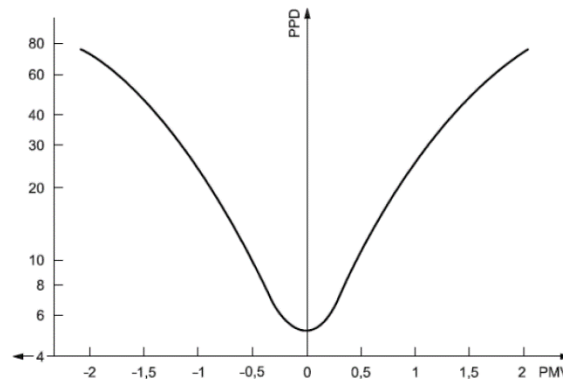


Figura 3.1-Relação entre PMV e PPD [14]

Nos dias correntes é a normal internacional EN ISO 7730 que define as categorias de conforto térmico. Esta norma, que é baseada nos estudos de Fanger, diz-nos que a condição mínima recomendada para ambiente interior é classificada como categoria II, em que PPD deverá ser menor que 10%, ou seja, o índice de sensação térmica, PMV, deve estar entre -0,5 e +0,5.

3.2.2. Qualidade do ar

Os sistemas de climatização têm como principal função criar conforto térmico através do controlo de temperatura. Renovar o ar interior de cada divisão a fim de remover odores e poluentes ou diluí-los em níveis aceitáveis e fazer o controlo da relação da pressão entre salas, será um trabalho executado por exaustores quando a ventilação natural não é suficiente.

Casas-de-Banho (WC), cozinhas e espaços fechados onde é permitido fumar, devem ser mantidos a pressões negativas, de modo a que os poluentes aí gerados não migrem para outros locais. As salas de computadores devem ser mantidas com pressões positivas para evitar a entrada de pó (15).

Mais uma vez, o correto dimensionamento de ventilação natural fará todo o sentido para que seja minimizado o uso de exaustores e, consequentemente, o consumo elétrico. Para que isto aconteça é necessário conhecer os principais poluentes e os seus limiares aceitáveis.

O ar interior de um edifício resulta da interação da sua localização, do clima, do sistema de climatização, das fontes de climatização, das fontes de contaminação interiores e exteriores, e do número de ocupantes do edifício.

Tabela 3.2 - Poluentes existentes no interior de um edifício

Fator	Fonte	Consequências
Dióxido de carbono	Nº de ocupantes, gases provenientes de aquecedores ou Gás natural	Dores de cabeça, cansaço, sonolência
Monóxido de carbono	Combustão de gases	Dores de cabeça, náuseas, cansaço
Formaldeído	Carpets, mobiliário, papel químico, isolamento de espuma de ureia	Irritação dos olhos, nariz e garganta
Partículas	Entradas de ar, papel, isolamento de tubagens, carpets, filtros	Olhos secos, problemas respiratórios
Ventilação inadequada	Medidas de poupança de energia e manutenção deficientes, má conceção do sistema AVAC	Problemas respiratórios, tosse, irritação da garganta
Matéria microbiana	Água estagnada em sistemas AVAC, desumidificadores	Maus odores

Sendo o Dióxido de Carbono o fator mais preocupante nos edifícios, uma vez que este faz parte do metabolismo normal dos ocupantes, é necessário tomá-lo em consideração para que não existam consequências como as que estão acima descritas.

Através da regulamentação portuguesa sabemos que o limiar de proteção de CO₂ durante o período de ocupação é de 1250 ppm para a existência de caudal de ar novo por ventilação mecânica (15).

Este limiar é cerca de três vezes superior aos níveis normais registados em ambiente exterior nas cidades portuguesas (15).

3.2.3. Iluminação

O fluxo total de uma fonte de luz, ou o seu fluxo luminoso, é medido em Lúmen (lm), sendo esta a unidade básica de luz.

Outro conceito de luz importante é a eficácia luminosa, que define a relação entre a intensidade de luz à saída da lâmpada e a sua potência de entrada (lm/W). Temos o exemplo de uma lâmpada incandescente, que tem uma baixa eficácia porque a maior parte de sua energia é dissipada sob a forma de calor e não sob a forma de fotões.

A iluminância, medida em lux (lx), corresponde à densidade do fluxo luminoso. Esta é a quantidade de fotões que, efetivamente, chegam sobre uma superfície. Assim, lux é equivalente a lúmen por metro quadrado (16).

Todos esses conceitos sobre as propriedades visuais da luz são usados para determinar a iluminação requerida no plano de trabalho. Parte desta iluminação é fornecida naturalmente pela radiação solar, enquanto a outra parte é fornecida por iluminação artificial.

Ao obter a iluminação natural no plano de trabalho em um determinado momento, é possível determinar o número necessário de lâmpadas a instalar a fim de fornecer as condições visuais adequadas (16).

Caso este sistema seja mal dimensionado e os ocupantes tenham iluminação insuficiente ou em demasia no seu plano de trabalho, esta situação pode causar-lhes desconforto, levando mesmo a falta de concentração e/ou a outros problemas de saúde.

Na regulamentação europeia existem valores mínimos que os ocupantes devem ter no seu local de trabalho, adequados a cada atividade. Alguns destes pressupostos estão descritos na tabela seguinte.

Tabela 3.3 - Valores de iluminância média segundo a norma europeia EN 12464-1 (17)

Área ou tarefa a executar	Iluminância média (Lx)
Áreas de circulação	100
WC's	100
Escritórios – Leitura, processamento de dados em PC	500
Salas de conferências	500
Arquivos	200
Cozinhas	300

3.3. Soluções construtivas

Existem inúmeros materiais possíveis utilizados na criação das fronteiras de um edifício. Estas são adequadas a cada clima, tipo de utilização e até época de construção de edifícios.

A solução construtiva de um edifício é um dos agentes mais relevantes para a manutenção das condições ótimas de conforto térmico dos seus utilizadores. As variantes que mais contribuem para uma solução construtiva, mais ou menos eficaz e, consequentemente, as principais responsáveis pelas maiores ou menores trocas de calor com o exterior são o isolamento e os vãos envidraçados. São estes dois parâmetros que mais ênfase iremos dar nos seguintes subcapítulos.

3.3.1. Isolamento

O envolvente externo de um edifício desempenha um papel importante, pois afeta fortemente o microclima em seu redor, reforçando assim a fronteira entre o ambiente exterior e interior do edifício, o que irá contribuir diretamente para o conforto térmico dos ocupantes.

O material isolante pode ser caracterizado pelas suas propriedades térmicas, acústicas, resistência ao fogo, permeabilidade ao vapor de água e pelo seu ciclo de vida (18).

No entanto, para o objetivo desta dissertação, o foco centra-se nas suas propriedades térmicas, como a condutividade térmica $[W/(m.K)]$, espessura $[m]$, calor específico $[J/(kg.K)]$ e densidade $[kg/m^3]$.

Parâmetros como preço por metro quadrado $[€/m^2]$ e a vida útil $[anos]$ de cada material, são importantes para comparar qual a melhor solução a aplicar de um ponto de vista económico (19, 20).

Os tipos mais comuns de matérias são a lã mineral, lã de rocha, poliuretano (PUR), poliestireno extrudido (XPS), poliestireno expandido (EPS), cortiça, entre outros. Nem todos são indicados para todo

o tipo de soluções construtivas, existindo materiais mais indicados para paredes e outros mais indicados para telhados.

Tabela 3.4 - Propriedades de materiais isolantes posteriormente simulados (19, 21,22)

Material Isolante	Condutividade térmica (W/m.°K)	Calor específico (J/Kg.K)	Espessura mínima (m)	Preço (€/m ²)
Lã Mineral	0,037	1030	0,05	1,99
Lã de Rocha	0,038	1030	0,04	2.49
Poliestireno Expandido Extrudido (XPS)	0,034	1450	0,03	3.2
Poliestireno Expandido Moldado (EPS)	0,037	1450	0,01	1.19
Cortiça	0,04	170	0,02	9.99
Espuma rígida de poliuretano (PUR) – Placas	0,04	1400	-	-

3.3.2. Vãos envidraçados

A área envidraçada de um edifício não só tem um papel preponderante na transferência de energia, como também na admissão de luminosidade diurna (23). A radiação solar, que é transmitida através do vidro, tendencialmente, pode ser benéfica no inverno, porém estes ganhos solares no verão podem ser indesejados. Adicionalmente, em termos de transferência de calor através de condução, as superfícies envidraçadas têm um maior valor de U do que o resto da envolvente do edifício. As janelas, como mencionado anteriormente, representam uma fonte importante na admissão de luz natural diurna, que é essencial para o conforto dos ocupantes e pode reduzir a necessidade de luz artificial e o consumo energético da mesma.

Para este tipo de materiais, as características relevantes para avaliar, o seu desempenho energético correspondem ao valor de U [W/(m².K)], g-value, transmissividade solar [%], refletividade externa [%] e emissividades internas e externas [%]. Para considerações económicas, o tempo de vida útil [anos] e o preço por unidade de superfície [€/m²] são requisitos, tal como no isolamento.



Figura 3.2-Processos de transferência de calor em janelas

3.4. Ventilação de Edifícios

O ambiente existente no interior de um edifício não é apenas caracterizado pelo conforto térmico.

A qualidade do ar e a iluminação dos espaços são também fatores preponderantes no conforto dos ocupantes em cada espaço. É neste aspeto que a renovação do ar interior é uma necessidade a fim de remover os poluentes emitidos pelos ocupantes.

Em ambientes laborais, a elevada concentração de poluente pode afetar o conforto, a saúde bem como as capacidades cognitivas dos ocupantes (24,25), afetando desta forma a sua produtividade e a capacidade de concentração. Um dos principais agentes poluentes responsáveis pela diminuição da qualidade do ar é a acumulação de dióxido de carbono (CO_2) resultante do metabolismo dos ocupantes. Estes limites são regulamentados para cada tipologia de espaço, tendo em consideração as atividades que lá são realizadas.

Para novos edifícios, ou edifícios sujeitos a grandes intervenções, existem limites muito bem definidos na legislação portuguesa, tal como foi descrito na secção 3.2.2.

A ventilação é um dos agentes que está contemplada nos sistemas energéticos de um edifício. As necessidades de ventilação de cada edifício podem ser feitas através de diferentes tipos de mecanismo consoante a morfologia do edifício e as necessidades de renovação de ar de cada espaço. Estes mecanismos podem ir desde o aproveitamento de recursos naturais, à utilização de equipamentos mecânicos de tratamento e remoção de ar, passando por um sistema híbrido que contempla os dois sistemas anteriores, em que um preenche as necessidades do outro.

3.4.1. Ventilação Natural

A ventilação natural é o processo de renovação de ar que não recorre a sistemas mecânicos, mas sim a meios naturais como, por exemplo, janelas, grelhas de admissão de ar, entre outros.

Por não utilizar equipamentos mecânicos, este mecanismo natural pode levar à redução substancial do consumo energético associado à ventilação e climatização. Contudo, e por ser um mecanismo que tem origem no efeito do vento, no efeito térmico ou na combinação de ambos, se não forem garantidas as condições necessárias ao uso do mesmo, este pode ter o efeito inverso levando ao aumento do consumo de energia.

Os pressupostos ideais para dar primazia ao uso de ventilação natural, dependem das atividades existentes nos edifícios, das condições que se pretendem manter dentro do mesmo e, da sua morfologia e localização (ruído, clima, poluição, etc.).

Tipicamente, a ventilação deve ser usada quando a temperatura exterior está entre os limites definidos para a temperatura do ar interior, exceto em alguns casos onde a temperatura exterior se aproxima demasiado do limite superior da temperatura de conforto. A juntar a esta temperatura do ar exterior irão ser adicionados os ganhos internos do espaço interior e rapidamente excederá o limite de conforto.

A temperatura exterior deve ser menor do que a temperatura interior criando, assim, uma corrente de entrada de ar. Quanto mais elevada for a temperatura interior, menos denso será o ar, o que fará com

este suba, dando a possibilidade do ar mais denso, isto é, o de menor temperatura, entrar por níveis inferiores. É esta diferença de temperaturas, que se traduz em diferença de densidades, que está na base do efeito térmico da ventilação natural. Por outro lado, o efeito do vento é explicado pelas diferentes pressões criadas pela proximidade aos edifícios envolventes e pela forma dos mesmos.

O estudo da ventilação natural pode ser dividido em três sistemas de ventilação: *Single-sided*, ventilação cruzada e deslocamento vertical. Os dois primeiros utilizam, essencialmente, a pressão do vento, enquanto que o sistema de deslocamento vertical é um mecanismo de efeito térmico. Nos parágrafos seguintes iremos detalhar cada um dos processos.

Single-sided

Single-sided é o mecanismo de ventilação natural mais usual e mais fácil de implementar nos edifícios, pois utiliza apenas aberturas numa fachada e, é ainda afetado pelo efeito térmico, que pode promover caudais bidirecionais (27).

Dentro do mecanismo de *single-sided* existem ainda dois tipos de renovação do ar interior: *single-sided* com uma abertura (figura A de 3.3) e *single-sided* com duas aberturas (figura B e C de 3.3).

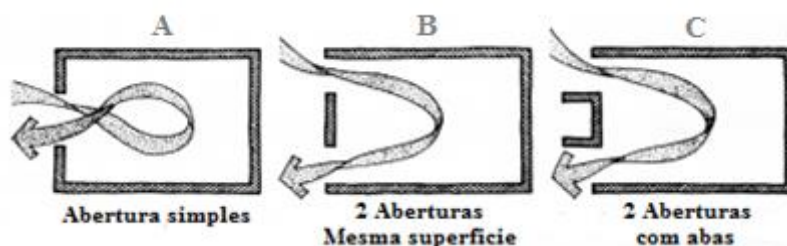


Figura 3.3-Exemplos de Ventilação Natural com mecanismo *single-sided* – Adaptado (28)

No primeiro caso, podemos observar que existe uma mistura do ar que entra com o ar que sai. Já no segundo exemplo, a existência de duas aberturas faz com que seja criada uma corrente em que o fluido entra por uma das aberturas e o ar interior é expelido por força da mesma corrente pela abertura oposta.

Ventilação cruzada

Alem de aplicações em edifícios, os fluxos de ventilação cruzada podem ser estudados pela área da medicina. Por exemplo, na previsão do tamanho do orifício de regurgitação cardiovascular a partir da velocidade do jato nas cavidades cardíacas (29).

Em edifícios a ventilação cruzada ocorre à medida que o ar flui através das aberturas na fachada, com um fluxo assimétrico. Na figura seguinte é possível ver uma configuração típica de uma solução de ventilação natural cruzada.

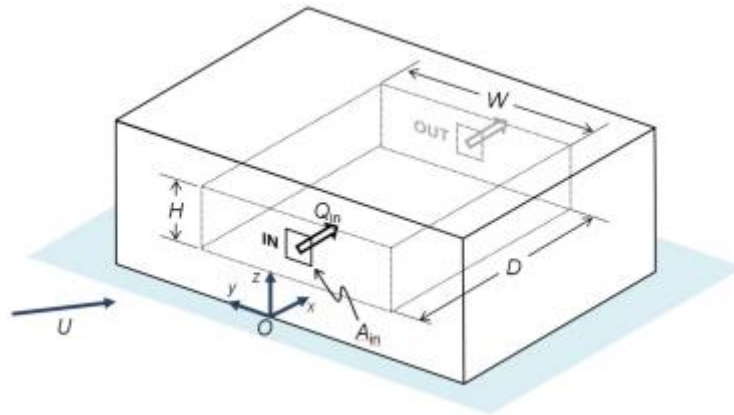


Figura 3.4-Illustração de ventilação cruzada numa sala retangular (29)

É possível verificar que o deslocamento do ar externo entra no edifício através de um espaço (janela, grelha, por exemplo), resultando num fluxo Q_{in} , em que a área de entrada é a área de abertura do quadrado, A_{in} . O ar de entrada é, posteriormente, misturado como ar interior e empurrado para a abertura de saída (Out) através de processos de turbulência (29).

Uma vez que a ventilação cruzada utiliza aberturas em diferentes fachadas, este pode induzir caudais de maiores magnitudes. Sendo assim, um método de maior eficiência quando comparado com *single-sided*.

Deslocamento Vertical

Este é único mecanismo que possibilita a ventilação natural por deslocamento vertical, devido ao efeito térmico gerado através de fontes de calor interna e ganhos solares, que irão aquecer o ar interior tornando-o menos denso que o ar exterior.

Quando a temperatura interior é superior à temperatura exterior, a densidade do ar interior é menor, promovendo a entrada de ar exterior no edifício. Deste modo, o ar entra a baixa velocidade junto ao pavimento da divisão ventilada. Este ar novo irá distribuir-se, naturalmente, por todo o pavimento até atingir uma fonte de calor, onde, por efeito térmico, sobe em forma de pluma térmica provocando uma estratificação (30).

3.4.2. Ventilação Mecânica

Por norma, o método mais eficaz de remoção de poluente em espaços fechados é o recurso a equipamentos de ventilação mecânica. Estes equipamentos são compostos por ventiladores de insuflação, que forcem o deslocamento do ar exterior para o interior, e por ventiladores de extração, que promovem o deslocamento do ar no sentido oposto.

Nos grandes edifícios de serviços, o sistema de ventilação mais usual é a implementação de uma unidade de tratamento de ar (UTA) que agrupa os sistemas AVAC.

A conjugação destes sistemas numa única unidade exponencia a eficiência dos sistemas de climatização do espaço, uma vez que a UTA utiliza o fluido térmico de distribuição da bomba de calor para retirar calor (ou transferir, dependendo o modo de funcionamento) para o ar a introduzir no edifício, através de uma bateria de permuta térmica.

Estes sistemas permitem a utilização de um recuperador de calor entre as condutas de insuflação e de extração. O seu objetivo é aproveitar ao máximo a energia contida no ar de extração para pré-tratar o ar de insuflação.

Nos edifícios com áreas mais pequenas, as unidades de ventilação mecânica apenas funcionam com extração de ar e insuflação de ar novo proveniente da rua, sendo unidades de tamanho consideravelmente mais pequenas e independentes das unidades de climatização. Assim, a potência elétrica necessária ao seu funcionamento pode ser determinada através do caudal de ar novo (V) a insuflar (ou retirar, no caso de ventiladores de extração), da diferença de pressão (Δ_p) a montante e a jusante do ventilador e da eficiência mecânica do mesmo (η), tal como a expressão 3.1 indica (31).

$$P_{ventilação} = \frac{\Delta_p \cdot V}{\eta} \quad (3.1)$$

3.4.3. Ventilação Híbrida

Este tipo de solução contempla a combinação dos dois sistemas anteriormente descritos, a ventilação natural e mecânica, sendo que é dada primazia a ventilação natural.

O sistema mecânico é utilizado quando não estão reunidas as condições necessárias à utilização da ventilação natural, como, por exemplo, temperatura exterior ser superior à interior ou velocidade de vento insuficiente.

3.5. Avaliação de desempenho energético

A caracterização morfológica de um edifício e de todas as atividades que nele ocorrem são essenciais para determinar a eficiência do uso de energia sendo esta a base para avaliar medidas de eficiência energética a implementar. Para avaliar o desempenho de um edifício é necessário quantificar os seus diferentes tipos de consumo energéticos. É em fontes de quantificação, como as faturas energéticas, levantamento e monitorização do uso final de energia, ou simulação computacional, que temos a caracterização desta energia nos edifícios.

De forma a quantificar a energia despendida existem três métodos: previsão, medição ou híbrido.

A previsão utiliza cálculos que podem ser métodos estacionários (expressões matemáticas baseadas em princípios e fatores de correção ou métodos dinâmicos, obtidos através de ferramentas de simulação).

O levantamento dos diversos sistemas energéticos do edifício, e os seus horários de utilização, em simbiose com as faturas energéticas, permitem quantificar a energia do edifício através de um método de medição.

O método híbrido, como o próprio nome indica, acontece quando são utilizados os dois métodos acima descritos. Este método utiliza as faturas energéticas a fim de calibrar o modelo de simulação dinâmica ou a modelação dinâmica inversa (32).

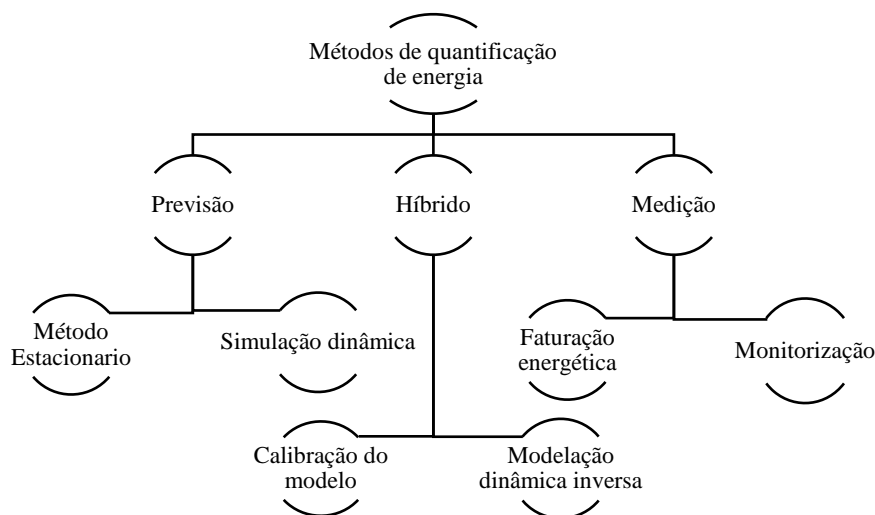


Figura 3.5- Métodos de quantificação de energia para edifícios existente - Adaptado (32)

A grande diferença entre a simulação dinâmica e a utilização de um método estacionário, assenta no pressuposto de que na simulação dinâmica é tomada em consideração toda a dinâmica térmica da envolvente com os sistemas energéticos, enquanto que, por método estacionário estes efeitos dinâmicos são simplificados ou simplesmente ignorados de modo a diminuir a complexidade de cálculo.

Seja o método dinâmico ou o método estacionário o escolhido, o procedimento de cálculo pode ser assente em modelos determinísticos ou modelação inversa (modelação de regressão).

A descrição dos componentes do edifício é o primeiro passo do modelo determinístico, o que serve para que seja criado um modelo termodinâmico.

Os modelos de simulação inversa relacionam os indicadores de desempenho (consumo energético) com um ou mais fatores de influência (por exemplo, vãos envidraçados, radiação solar).

Em suma, o processo envolve a criação de uma geometria do edifício, uma série de diferentes modelos de regressão, comparação e análise de resultados, e seleção da melhor combinação.

Quando é realizada a previsão de consumo energético em edifícios novos, o método de cálculo é a única opção a ter. Contudo, para edifícios existentes, a quantificação de energia pode ser baseada em dados de medição. Estes dados podem ser consultados nas faturas energéticas, sendo que a sua utilização é uma mais valia no que toca à redução da discrepância que, naturalmente, irá existir entre o consumo real e uma previsão.

No entanto, a informação original não permite um diagnóstico diferenciado, uma vez que a maioria do consumo é agregado e só é apresentada a sua totalidade. Uma forma de contornar este problema é a monitorização no local de modo a obter uma caracterização mais detalhada.

No sistema híbrido, o método de cálculo é suplementado por medições de energia para que seja possível reduzir as diferenças entre os valores reais e os valores previstos. Tal como a figura 3.5 indica, dois exemplos de processos são a calibração e a modelação dinâmica inversa.

A calibração do modelo utiliza uma ferramenta de simulação para refinar os resultados iniciais para que a previsão seja, o mais próximo possível da medição. No sistema híbrido, só após ser submetido a este processo de calibração é que o modelo produz resultados aceitáveis.

3.5.1. Simulação térmica dinâmica

As equações apresentadas no capítulo 2 são de fácil resolução, no caso de se pretender calcular o balanço energético para apenas um espaço, ou para instantes pontuais. No entanto, se o objetivo for analisar o comportamento térmico de um edifício por períodos de tempo mensais ou anuais, por exemplo, esta abordagem não será tão intuitiva.

Uma alternativa à resolução categórica destas equações é o recurso a uma ferramenta de simulação dinâmica, que permite efetuar o balanço energético de um edifício como um todo, independente do período que se pretende analisar.

Esta ferramenta de simulação térmica tem aumentado significativamente a sua frequência de utilização, principalmente, porque, nos dias de hoje, alguns regulamentos térmicos assim o exigem, principalmente para edifícios sujeitos a grandes intervenções ou novos. Desta forma, é possível prever, numa fase ainda de projeto, qual o impacto que os sistemas de climatização, sistemas de iluminação ou níveis de qualidade de ar, irão ter, no edifício, durante o seu período de vida (33).

Nesta dissertação foi utilizado o *software EnergyPlus* 8.3.0 a fim de realizar todo o processo de simulação. Este é um *software* desenvolvido numa metodologia *open-source*, criado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos da América, tendo como base os programas *Blast (Building Loads Analysis and System Thermodynamics)* e *DOE-2 (Department of Energy)*.

Para efetuar uma simulação dinâmica, o utilizador deve introduzir no *software* diversos pontos de partida. O primeiro *input* deverá ser a geometria do edifício em estudo e de todos fatores exteriores ao edifício que o influenciem (edifícios envolventes, árvores, entre outros).

Para este estudo foi utilizado o *software* de desenho *SketchUp 2015*, em que a geometria do edifício foi, posteriormente, exportada para o *software EnergyPlus* através do plugin *Open Studio*.

Outro parâmetro necessário para uma correta simulação é a introdução do ficheiro climático. Neste caso foi utilizado o ficheiro climático de Lisboa disponibilizado pelo site de *EnergyPlus* (34).

Após estes passos, são definidos os principais padrões de utilização do edifício como, por exemplo, a iluminação, ocupação, sistemas de ventilação, sistema de climatização, infiltração, constituição da envolvente opaca e vão envidraçados, equipamentos, infiltração, entre outras.

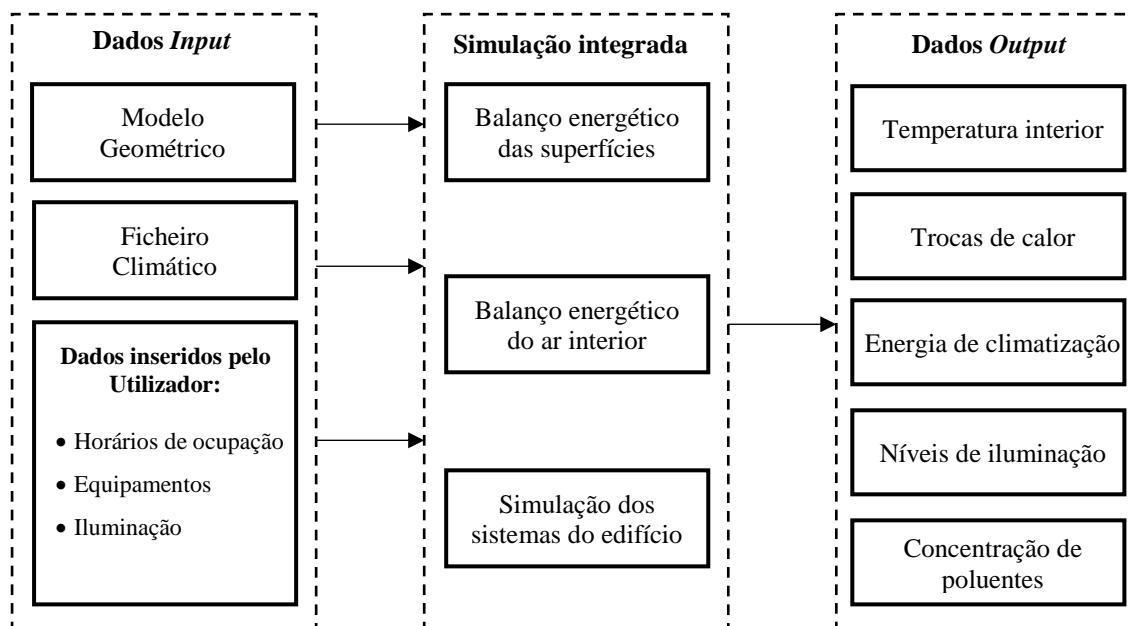


Figura 3.6- Ilustração de processos de uma simulação dinâmica – Adaptado (33)

Tal como ilustrado na imagem acima, este *software* é capaz de prever temperaturas internas num edifício existindo uma boa concordância com o que é observado na realidade. O erro médio entre a simulação e a temperatura radiante é de cerca de 1,4°C, sendo que o seu máximo diário não ultrapassa os 2,5°C. Estes valores foram experimentados em regime de *freefloating* para um edifício com fachada “dupla-pele” (33).

3.5.2. Certificação energética

Desde o início do milénio que a União Europeia reconhece os elevados consumos energéticos dos seus estados-membro. Como tal, tem vindo a publicar várias diretivas relativas ao desempenho energético dos edifícios, sendo o seu culminar nas metas e desafios acordados pelos estados-membro para o ano de 2020.

Desde o dia 1 de dezembro de 2013, a certificação energética de edifícios, à luz do Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto, passou a ser de carácter obrigatório para:

- Edifícios novos;
- Edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, ou intervenções na envolvente, cujo custo seja superior a 25% do valor dos edifícios;
- Edifícios de comércio e serviços existentes, com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000m², ou 500m², no caso de centros comerciais, hipermercados, piscinas cobertas e edifícios de propriedade pública que tenham área interior útil de pavimento ocupada por uma entidade pública.
- Todos os edifícios existentes, aquando da celebração de contratos de venda e de locação.

Este diploma assume-se como uma revisão da legislação nacional que se consubstancia em melhorias ao nível da sistematização e âmbito de aplicação ao incluir, em um único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Contudo, existem outras portarias e despachos de grande relevância, e, sem os seus pressupostos, não será possível a certificação energética de um edifício (35).

Portaria n.º 349-B/2013, D.R. n.º 232, Suplemento, Série I de 2013-11-29

Define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção (36).

Portaria n.º 349-D/2013, D.R. n.º 233, 2.º Suplemento, Série I de 2013-12-02

Estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios (37).

Portaria n.º 353-A/2013, D.R. n.º 235, Suplemento, Série I de 2013-12-04

Estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços e a respetiva metodologia de avaliação (15).

Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013, D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03

Estabelece os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária (38).

$F_{pu} = 2,5 \text{ kWh}_{EP}/\text{kWh}$ para eletricidade, independentemente da origem (renovável ou não renovável);
 $F_{pu} = 1 \text{ kWh}_{EP}/\text{kWh}$ para combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis.

No caso de energia térmica de origem renovável, o fator F_{pu} toma o valor de $1 \text{ kWh}_{EP}/\text{kWh}$.

E por último, os fatores de conversão de energia primária para emissões de CO_2 são:

Tabela 3.5- Fator de conversão de energia em quantidade de dióxido de carbono libertado (38)

Fonte de energia	Fator de conversão (kgCO_2/kWh)
Eletricidade	0,144
Gasóleo	0,267
Gás Natural	0,202
GPL canalizado ou garrafa	0,170
Renovável	0

Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013, D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03

Procede à publicação dos parâmetros para o zonamento climático e respetivos dados (39).

Despacho (extrato) n.º 15793-H/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03

Estabelece as regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema (40).

Despacho (extrato) n.º 15793-J/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03

Procede à publicação das regras de determinação da classe energética (41).

No caso de certificados SCE de edifícios de comércio e serviços, a classe é determinada através do rácio de classe energética (R_{IEE}) com a seguinte expressão:

$$R_{IEE} = \frac{IEE_s - IEE_{REN}}{IEE_{ref,s}} \quad (3.2)$$

Onde:

IEE_s – Indicador de Eficiência Energética, que este poderá ser um indicador previsto (IEE_{pr}) no caso de edifícios novos ou sujeitos a grande intervenção, ou índice de eficiência energética efetivo (IEE_{ef}) no caso de um edifício já existente.

IEE_{REN} - Indicador de Eficiência Energética Renovável associado à produção de energia elétrica e térmica a partir de fontes de energias renováveis

$IEE_{ref,s}$ – Indicador de Eficiência Energética de Referência associado aos consumos anuais de energia

A conjugação das variáveis referidas para a determinação da classe energética deverá ser feita com recurso a tabela seguinte, arredondando a duas casas decimais.

Tabela 3.6 – Intervalos de valores de cada classe energética

Classe Energética	Valor de R_{IEE}
A +	$R_{IEE} < 0,25$
A	$0,26 < R_{IEE} < 0,50$
B	$0,51 < R_{IEE} < 0,75$
B -	$0,76 < R_{IEE} < 1,00$
C	$1,01 < R_{IEE} < 1,50$
D	$1,51 < R_{IEE} < 2,00$
E	$2,01 < R_{IEE} < 2,50$
F	$R_{IEE} \geq 2,51$

No primeiro semestre de 2014, após o primeiro ano de entrada em vigor já se somava um total de 726 228 certificações de edifícios emitidos, sendo que a sua maioria de classe energética C (42).

Para edifícios novos, ou sujeitos a grande intervenção, a classe energética nunca poderá ser maior que B – após as melhorias energéticas terem sido aplicadas.

Despacho (extrato) n.º 15793-L/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03

Procede à publicação da metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um plano de racionalização energética (43)

As medidas de eficiência energética são de implementação obrigatória quando o respetivo estudo demonstre que:

- Não existem evidentes constrangimentos ou limitações técnicas, legais ou administrativas à instalação;
- O período de retorno simples (PRS) seja igual ou inferior a 8 anos. Sendo o PRS é dado pela expressão $PRS = \frac{C}{P}$, em que C corresponde à totalidade dos custos de investimento e P à poupança anual resultante da aplicação da medida em estudo sendo determinado com base em simulações anuais, detalhadas do funcionamento do edifício e seus sistemas técnicos ou por cálculo anual simples, os custos de energia constantes e iguais aos do momento de investimento e por último não sendo considerados os custos financeiros, nem efeitos da inflação. (43)

3.6. Integração de produção de energia fotovoltaica em edifícios

Os múltiplos desafios energéticos globais da segurança energética e do desenvolvimento socioeconómico exigem uma adaptação dos sistemas energéticos.

A mudança deverá tomar o caminho que leva à utilização de tecnologias renováveis de energias. Destas tecnologias, a energia fotovoltaica é única, pois permite que os proprietários produzam e autoconsumam eletricidade mesmo em pequenas quantidades, com manutenção mínima e sem custos de combustível.

Numa superpotência europeia como a Alemanha, as empresas locais foram capazes de migrar de taxas de juros para investir os seus lucros na implementação de um sistema fotovoltaico (44).

Esta perspetiva económica é uma via a ser tida em conta, uma vez que o estudo desta dissertação trata de um edifício de uma IPSS. Como tal, qualquer fonte de rendimento ou redução das necessidades de compra de energia irá traduzir-se numa melhoria das condições de operação da mesma.

Existem ainda outros aspetos interessantes que levam à ponderação de investimento em energia solar fotovoltaica.

A sua implementação no ambiente urbano e, em particular, nos telhados, tem sido fortemente apoiada pelos governos de todo o mundo devido às suas reconhecidas vantagens. Temos, como exemplo, as suas características modulares e silenciosas e, também, a prevenção de perdas de transmissão e distribuição, visto que, a energia é gerada no ponto de utilização, e/ou a sua alta correlação com cargas de pico em cidades onde o consumo é dominado pelos sistemas AVAC, permite a combinação da produção de energia com outras funções dos edifícios (por exemplo, isolamento térmico).

No artigo em que são apresentadas as premissas acima mencionadas, os autores realizam um estudo do potencial fotovoltaico numa região dos arredores de Lisboa, Carnaxide (38.43° N, 9.8 W). Esta região fica na freguesia contígua aquela onde está localizado o edifício em estudo.

Nesse artigo é exposto que, para a zona em estudo, o potencial dos 538 edifícios existentes é de produzir, em média, 11,5 GWh/ano no total, o que corresponde a cerca de 48% da procura energética dos habitantes (capacidade instalada de 7MW) (45).

Com este estudo, é possível concluir que avaliação da viabilidade de um sistema fotovoltaico deverá ser tida em consideração após a realização de todos os estudos de melhorias energéticas necessários para garantir o conforto dos ocupantes.

Contudo, a implementação deverá ter em conta a legislação portuguesa, que regulamenta a implementação de sistemas de produção.

A primeira legislação portuguesa remonta a 2007 que, através do Decreto-Lei n.º 363/2007, veio estabelecer as bases gerais de organização e funcionamento do Sistema Elétrico Nacional, onde estaria descrito o regime simplificado aplicável à microprodução de eletricidade. (46)

Este Decreto-Lei, serviu de base a posteriores publicações, no Diário da República, de decretos-lei a legislar a microgeração de energias renováveis, o que, posteriormente, originou o Decreto-Lei que hoje está em vigor e que legisla a produção de energia elétrica através de tecnologia fotovoltaica para autoconsumo.

O Decreto-Lei nº 153/2014 de 20 de outubro define dois cenários para a geração de eletricidade através de energias renováveis (47):

- Produção de eletricidade destinada ao autoconsumo na instalação de utilização associada à respetiva unidade produtora, com ou sem ligação à rede elétrica pública, baseada em tecnologias de produção renováveis ou não renováveis, adiante designadas por “Unidades de Produção para Autoconsumo” (UPAC).
- Produção de eletricidade que, posteriormente, é vendida na sua totalidade à rede elétrica de serviço público (RESP), por intermédio de instalações de pequena potência, a partir de recursos renováveis, designadas por “Unidades de Pequena Produção” (UPP).

De entre as condições de acesso e exercício de atividade para uma unidade de produção de Autoconsumo é de destacar os seguintes pressupostos:

- Uma UPAC com potência instalada superior a 1 MW tem de apresentar licença de produção e licença de exploração para instalação e, consequente, exploração.
- Uma UPAC com potência instalada superior a 200 W e igual ou inferior a 1,5 kW, ou cuja instalação elétrica de utilização não se encontre ligada à RESP, está sujeita a mera comunicação prévia de exploração.
- Uma UPAC cuja potência instalada seja igual ou inferior a 200 W está isenta de controlo prévio.

O registo ou comunicação prévia de uma unidade de produção (UP) pode ser feito através de uma pessoa singular ou coletiva, sendo que a potência instalada na UP não poderá exceder o dobro da potência de ligação.

Também deve ser assegurado que a potência de ligação da UP seja no máximo 100% da potência contratada estipulada no contrato de fornecimento de energia celebrado com o comercializador.

Neste Decreto-Lei podemos encontrar alguns deveres do produtor (Capítulo II, Artigo 8º - *Deveres do Produtor*). A alínea e) afirma que um dos deveres do produtor é: “*Dimensionar a UPAC de forma a garantir a aproximação, sempre que possível, da energia elétrica produzida com a quantidade de energia elétrica consumida na instalação elétrica de utilização*” (47).

No entanto, nem sempre é possível evitar o excedente de produção. Assim, o mesmo Decreto-Lei apresenta os trâmites legais para a venda do excedente à rede, a preço de mercado. O preço de venda à rede, não é de todo vantajoso para o produtor.

Através do regulador do mercado ibérico (OMIE), sabemos que a energia elétrica em 2016 foi negociada a cerca de 39,44 €/MWh, ou seja, aproximadamente 0,04€/kWh (48). Sendo este o valor de referência para a venda de energia elétrica que não seja consumida instantaneamente.

Pelas razões acima transcritas, é importante voltar a referir que o correto dimensionamento, não só constitui um dever, como também traz mais valias de eficiência energética, uma vez que a energia não deverá servir para obter uma receita, mas antes para diminuir o custo associado ao consumo. Estas mais valias também irão ser repercutidas no desempenho energético do edifício, visto que este será valorizado na sua classificação energética.

Capítulo 4 - Descrição do edifício

A Associação Frei Fabiano de Cristo é uma Instituição Particular de Solidariedade Social (IPSS) localizada no Largo Almirante Pedroso Nº 9, na freguesia de Algés, no concelho de Oeiras, Portugal.

A construção deste edifício data da metade do século XX sendo que, em 2011, foi alvo de remodelação a fim de acolher as funcionalidades que hoje em dia alberga, tais como, os serviços centrais da associação, as salas de atividades de tempos livres dos associados e das pessoas que são alvo do seu trabalho e, ainda, cozinha para preparação de refeições, para uma posterior distribuição em zonas e famílias carenciadas.

O edifício tem uma área útil de pavimento de cerca de 375m². Com isto, e pelos seus padrões de utilização, é considerado um pequeno edifício de serviços.

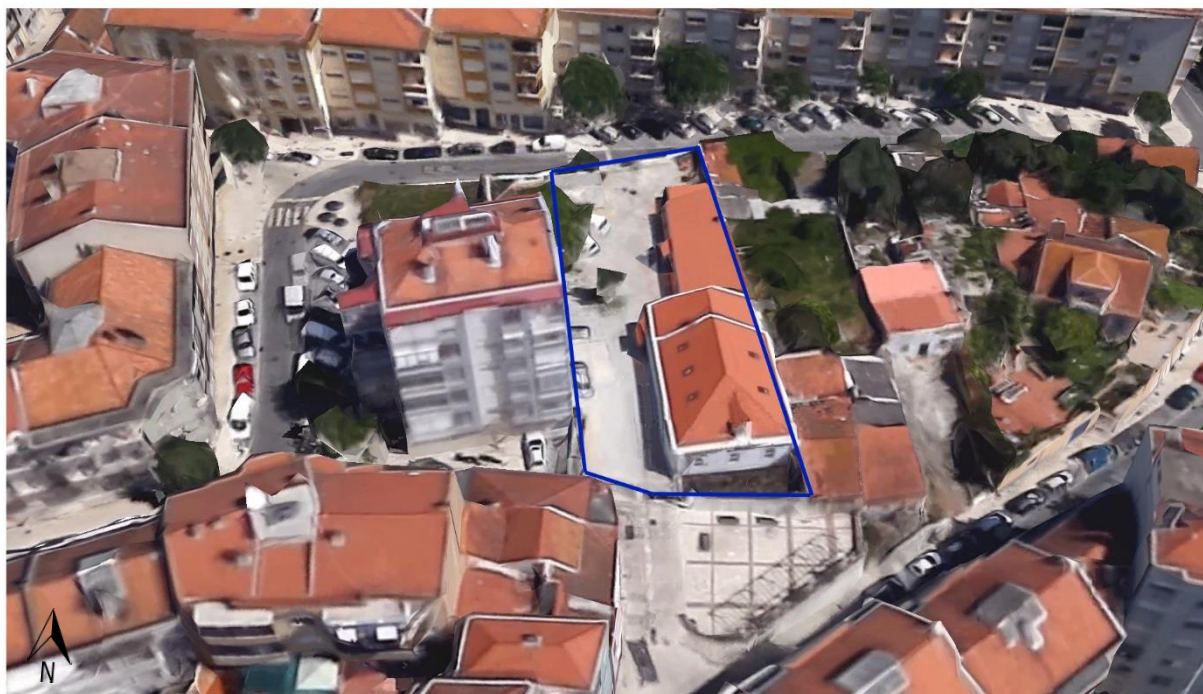


Figura 4.1 - Imagem aérea do edifício da Associação Frei Fabiano de Cristo

O edifício é constituído por dois corpos: o corpo dos serviços e salas, constituído por dois pisos; e, o corpo da cozinha, constituído pelas instalações de preparação de alimentos e respetivas zonas de armazenamento.

A ala que alberga os serviços e salas, é constituída por dois pisos: o primeiro piso, onde se localizam os gabinetes e uma sala para palestras; e, o segundo piso, onde se localizam as salas para a realização de atividades de tempos livres e uma sala de arquivo.

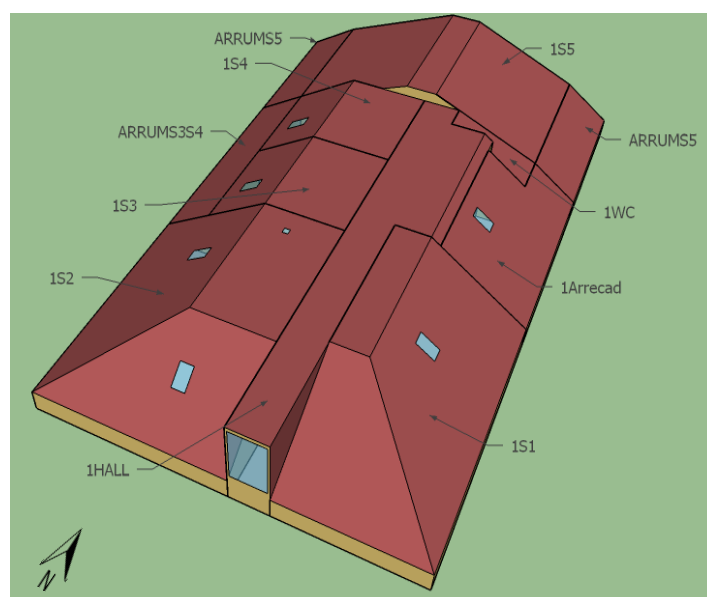


Figura 4.3 - Esquema de divisões do primeiro piso do edifício

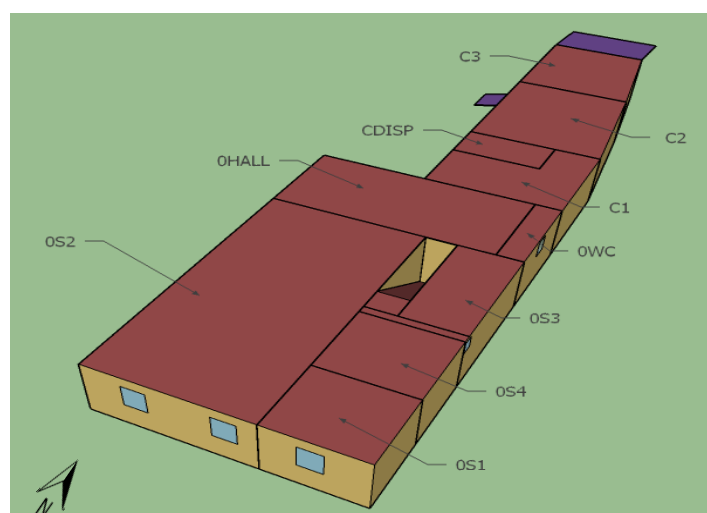


Figura 4.2 - Esquema de divisões do piso térreo do edifício

As maiores áreas de fachadas estão viradas a Este e Oeste, tal como mostram as figuras 4.2 e 4.3.

Este edifício tem o seu contrato de energia elétrica com a empresa EDP comercial à tarifa normal de eletricidade, sendo a potência contratada de 6,9 kVA, e ainda beneficia de 2% de desconto na tarifa de eletricidade.

O gás consumido pela associação é exclusivamente para a confeção de alimentos, sendo proveniente de 3 bilhas de 100 Lt. cada.

4.1. Tipologia e ocupação de espaços

Na tabela seguinte observa-se a distribuição da área do edifício por tipologia dos espaços:

Tabela 4.1- Tipologia e ocupação de cada divisão

Nomenclatura	Utilidade do espaço	Área de Pavimento [m ²]	Nº Max. ocupantes
0S1	Gabinete	11.22	15
0S2	Auditório	70.49	100
0S3	Secretaria	18.81	4
0S4	Gabinete	11.54	1
0HALL	Hall	34.71	-
0WC	WC	4.05	-
C1	Arrumação	19.00	-
C2	Cozinha	29.72	5
C3	Arrumação	22.28	-
CDisp	Arrumação	6.76	-
1S1	Sala de estudo	23.93	10
1S2	Sala de estudo	30.27	15
1S3	Gabinete	10.76	2
1S4	Sala Reunião	10.54	10
1S5	Sala de estudo	28.55	14
1ARRECAD	Arrumação	10.64	-
1WC	WC	1.97	-
1HALL	Hall	12.89	-
1ARRUM_1S5	Arquivo	10.20	-
1ARRUM_1S3_1S4	Arquivo	7.21	-

A área de cada divisão foi medida em estudos prévios, uma vez que as plantas do edifício não estavam na posse da Associação.

Após a análise de utilização de cada sala, da sua tipologia, períodos de ocupação e exposição solar, o edifício foi dividido em vinte zonas térmicas.

A aferição dos horários de ocupação de cada divisão e o número máximo de ocupantes foi feita através de inquérito aos utilizadores da Associação durante um período de 2 meses. A folha de preenchimento de utilização de salas encontra-se em anexo.

Foi necessário recorrer ao nível metabólico dos ocupantes para quantificar os ganhos internos exercidos pelos ocupantes a fim de se saber qual a contribuição de cada um para a qualidade interior.

Este número é obtido através da superfície corporal média de um indivíduo de estatura e peso médio, ou seja, 1,70m e 70 kg. Como tal, a sua superfície média quadrada é de 1,81 m².

Assumiu-se que todos os ocupantes seriam adultos e estariam a exercer uma atividade sedentária de processamento de texto/leitura, como tal, o nível metabólico seria de 1,2 met (15).

Sendo que 1 met corresponde a 58,15 W/m², a contribuição de cada ocupante para os ganhos internos será de 126,3 W.

4.2. Soluções Construtivas

As soluções construtivas do edifício em estudo são bastante diferenciadas, uma vez que existiram obras de ampliação ao longo dos anos. Estas mesmas obras acompanharam o progresso dos materiais de construção e, como tal, podemos encontrar materiais desde o calcário, aquando a edificação inicial, até paredes de tijolo perfurado, material mais utilizado nos dias de hoje.

Para averiguar quais os constituintes de cada parede, foram feitas perfurações e cortes em locais específicos a fim de avaliar o que estava entre a camada interior e a camada exterior de cada parede.



Figura 4.4- Corte feito no pladur do telhado para averiguar a sua constituição

4.2.1. Envolvente opaca

Na tabela seguinte podemos ver a diferenciação da construção antiga e da nova construção.

Tabela 4.2 - Constituição das diferentes envolventes existentes (21),(22)

		Material	Espessura [m]	Condutividade [W/m/K]	Densidade [kg/m ³]	Calor específico [J/kg/k]
Paredes Interiores	Outside	Cimento	0,015	1	1900	1100
	↓	Tijolo Perfurado	0,12	0,605	1500	1100
	Inside	Cimento	0,015	1	1900	1100
Paredes Exteriores Novas	Outside	Cimento	0,015	1	1900	1100
	↓	Tijolo Perfurado	0,24	0,605	1500	1100
	Inside	Cimento	0,015	1	1900	1100
Parede Exterior Antigas	Outside	Reboco	0,015	1	1900	1100
	↓	Calcário Duro	0,3	2,5	2000	870
	Inside	Reboca	0,015	1	1900	1100
Telhado Exterior	Outside	Telha	0,04	0,9	1900	900
	↓	Caixa Ar	-	-	-	-
	Inside	Pladur	0,015	0,18	900	1050
Telhado Interno	Outside	Cimento	0,015	1	1900	1100
	↓	Tijolo Perfurado	0,12	0,605	1500	1100
	↓	Cimento	0,09	1	1900	1100
	↓	Tijolo Perfurado	0,12	0,605	1500	1100
	Inside	Cimento	0,015	1	1900	1100
Divisões internas	Outside	Pladur	0,015	0,18	900	1050
	↓	Ar	-	-	-	-
	Inside	Pladur	0,015	0,18	900	1050
Chão	Outside	Solo	1,5	1,14	1000	1280
	↓	Gravilha	0,25	1,2	1000	800
	↓	Cimento	0,015	1	1900	1100
	Inside	Madeira	0,01	0,11	545	1420

4.2.2. Vãos envidraçados

No edifício encontramos dois tipos de vãos envidraçados:

Janelas Roto Designo WDF R4 (49)

- Vidro Duplo
- Isolamento Térmico – 1,1 W/K.m²
- Transmissividade Luminosa – 80%
- Transmissividade UV – 32%

Esta janelas são utilizadas em quatro 4 salas do piso superior (1S1,1S2,1S3,1S4)

Janela Vidro duplo com caixilho em alumínio

- Vidro Duplo
- Vidro de 0,06 m
- Caixa de ar de 0,012 m
- Transmissividade Luminosa – 82%

Por sua vez, esta janela é utilizada nas restantes divisões.

4.3. Equipamentos

Tabela 4.3- Equipamentos existentes e sua potência

Nomenclatura	Equipamentos	Potência Total [W]
0S1	1 Rádio	10
0S2	1 Projetor	476
	2 Televisões	
	1 Sistema Som	
0S3	1 Portátil	1746
	6 Monitores	
	7 CPU	
0S4	1 Impressora	
0S4	1 Portátil	240
0HALL	1 Televisão	1998
	1 Portátil	
	1 Máquina Café	
	1 Impressora	
C1	4 Arcas Congeladoras	480
C2	5 Grandes Eletrodomésticos	3250
1S1	1 Televisão	46
1S2	1 Projetor	240
1S3	2 Computadores	320
	1 Impressora	
1S4	1 Rádio	10
1S5	1 Rádio	10

Como podemos observar, existe um número elevado de potência total de equipamentos neste edifício. Em conjunto, os equipamentos perfazem uma potência total de cerca de 8,8 kW, sendo que a maior parte destes se localiza na cozinha de preparação de alimentos, na secretaria e no hall de entrada, devido às máquinas de venda automática existentes nesta divisão.

Aquando do levantamento da potência destes aparelhos foi verificado que, na sua maioria, se encontravam ligados 24h por dia, mesmo que em modo standby. Devido ao horário de utilização destes equipamentos, para além de ser similar ao horário de ocupação das respetivas divisões, foi ponderada uma percentagem da potência de alguns equipamentos, por forma a simular o seu contínuo funcionamento.

4.4. Iluminação

Um dos sistemas energéticos deste edifício que sobressai, sem necessidade de recorrer a muitos aparelhos de medição, é o mau dimensionamento do sistema de iluminação, sendo este um dos problemas de que os ocupantes mais se queixam. Por não terem iluminação suficiente em alguns pontos onde é necessária (secretárias de trabalho, por exemplo), foi feito o levantamento da iluminação existente em todo o edifício e, posteriormente, foi feita a medição nos níveis de iluminância (Lx) de forma a averiguar a eficiência da iluminação em cada espaço.

Tal como foi dito, a eficiência energética de uma lâmpada é dada pelo parâmetro: $\frac{\text{Lumen (lm)}}{\text{Watt (W)}}$

Para conhecer a eficiência da iluminação de cada sala, foi necessário converter a iluminância medida em cada sala pela área da mesma por forma a obtermos Lúmens e, então, dividir pela potência total de iluminação de cada sala. A equação seguinte ilustra esta conversão.

$$\frac{\text{Lux}}{\text{m}^2} = \text{lm} \rightarrow \frac{\text{lm}}{\text{W}} = \text{eficiência} \quad (4.1)$$

Tabela 4.4- Iluminação Existente, sua potência, iluminância e Eficiência

Nomenclatura	Iluminação	Potência Total [W]	[LUX]	Eficiência [Lm/W]
0S1	2 Lâmpadas T8 (36W)	86,4	246	31,95
0S2	12 Lâmpadas T8 (36W)	518,4	230	31,27
0S3	2 Lâmpadas T8 (36W)	86,4	84	18,29
0S4	2 Lâmpadas T8 (36W)	86,4	130	17,36
0HALL	6 Lâmpadas T8 (36W) 1 Lâmpada (13W)	272,2	239	32,05
0WC	2 Lâmp. Halogéneas (40W)	80	115	5,82
C1	4 Lâmpadas T8 (36W) 3 Lâmpadas T8 (18W)	237,6	116,5	10,45
C2	8 Lâmpadas T8 (36W)	345,6	38,88	3,34
C3	2 Lâmpadas T8 (36W) 4 Lâmpadas T8 (18W) 3 Lâmp. Halogéneas (5W) 1 Lâmp. Halogénea (40W) 3 Lâmp. Halogéneas (36W)	335,8	139,4	8,05
CDisp	1 Lâmp. Halogénea (13W)	13	92,5	
1S1	1 Lâmpadas T8 (36W)	43,2	137	75,89
1S2	2 Lâmpadas T8 (36W) 1 Lâmpada Halogénea (25W)	111,4	205	71,82
1S3	1 Lâmpadas T8 (36W) 1 Lâmp. Halogénea (5W)	48,2	60	14,94
1S4	1 Lâmpadas T8 (36W)	43,2	92	22,45
1S5	2 Lâmpadas T8 (36W) 1 Lâmp. Halogénea (25W)	111,4	125	41,30
1 ARRECAD	1 Lâmp. Halogénea (11W)	11	44	42,56
1WC	1 Lâmp. Halogénea (60W)	60	50	1,64
1HALL	6 Lâmpadas LED (35W)	210	26,25	1,61

Nas Lâmpadas T8 foi feito um acréscimo de 20% à sua potência, representativa do arrancador existente nas mesmas.

O aparelho utilizado para medir a iluminância das divisões foi o luxímetro, da marca Extech, com o modelo HD450.



Figura 4.5 - Aparelho utilizado na medição da iluminância

Capítulo 5 - Avaliação das condições iniciais

Antes de passar à apresentação de propostas de melhoria das condições térmicas do edifício, foi feita uma avaliação inicial das condições térmicas no interior, sendo posteriormente elaborado um estudo de classe energética do mesmo.

5.1. Medição de condições interiores

Para perceber as condições existentes no interior dos espaços da Associação foram colocados três dispositivos HOBO U12-012. Estes *data loggers*, que medem a temperatura e a humidade relativa do ar, foram inicialmente colocados em três salas do piso superior. Uma sala virada a Este, 1S1; outra a Este, 1S3; e, por último, a sala virada a Norte, 1S5. Estas medições ocorreram de 12 a 28 de outubro de 2016 e, a cada minuto, estes *data loggers* mediam as condições acima referidas a fim de, posteriormente, serem descarregadas.

Nos gráficos abaixo podemos visualizar uma amostra dessas mesmas medições durante cinco dias, assim como, também, a temperatura exterior (50) e a ocupação durante o mesmo período de tempo.

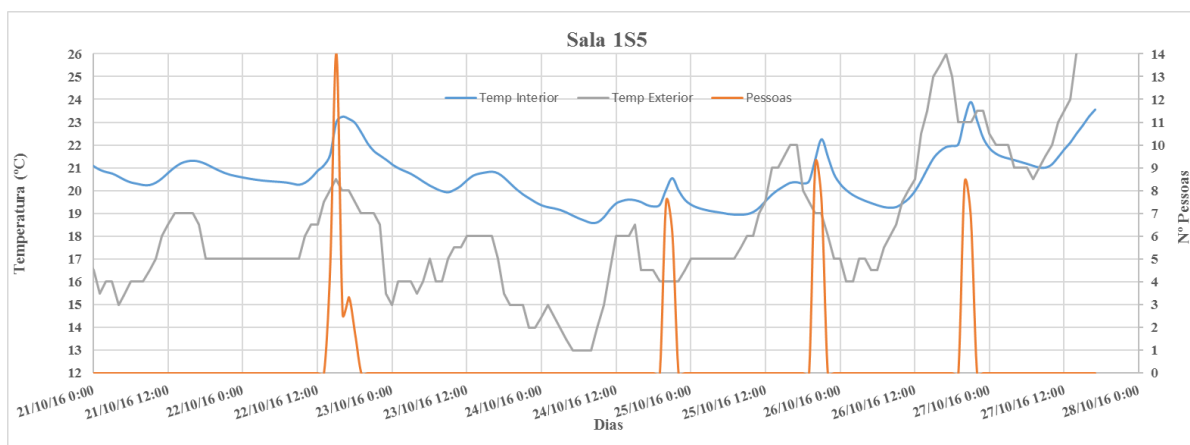


Figura 5.1- Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas na sala 1S5

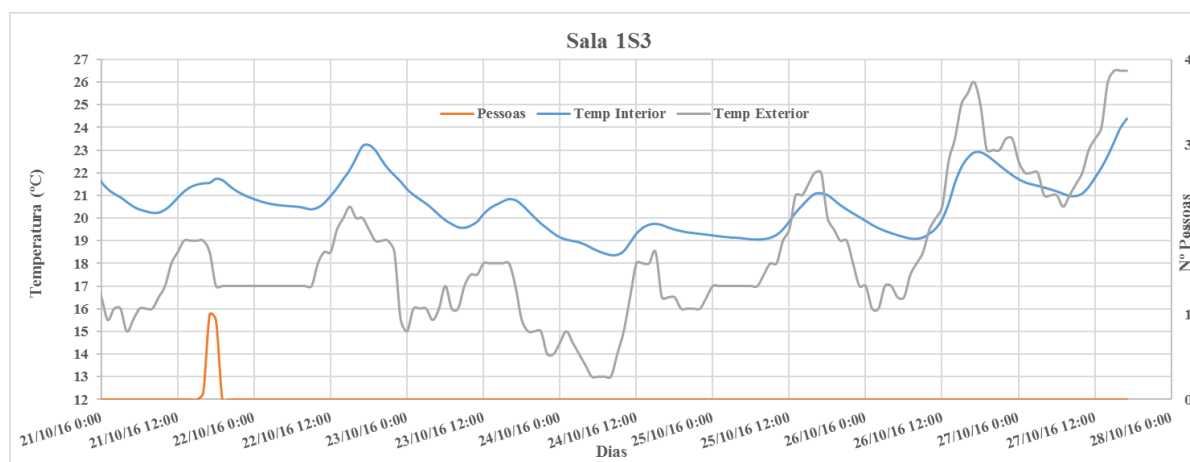


Figura 5.2 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas na sala 1S3

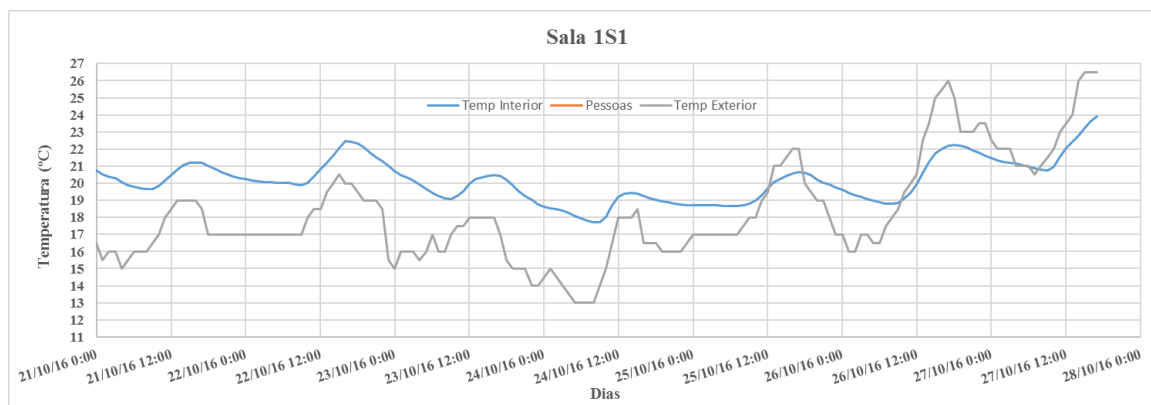


Figura 5.3 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas na sala 1S1

Como é possível verificar, nos dias em que foi feita a medição, a temperatura está muito próxima do limite máximo dos níveis de conforto térmico. Na sala 1S5 pudemos também observar que existia uma ligeira subida de temperatura quando havia ocupação do espaço.

Na sala 1S1 observámos o comportamento da temperatura interior da sala sem que existisse influência de ganhos internos, visto que, durante esse período, não houve ocupação da mesma.

Dado que a temperatura exterior registada não se revelou muito elevada, posteriormente, foram novamente colocados aparelhos de medição HOBO *data loggers* nas mesmas três divisões, anteriormente medidas. Nesta nova medição, tentou-se escolher dias em que a temperatura fosse elevada, e houve a preocupação de conectar um termómetro no *data logger* HOBO que medisse a temperatura superficial do pladur. Esta medição foi feita na sala 1S1.

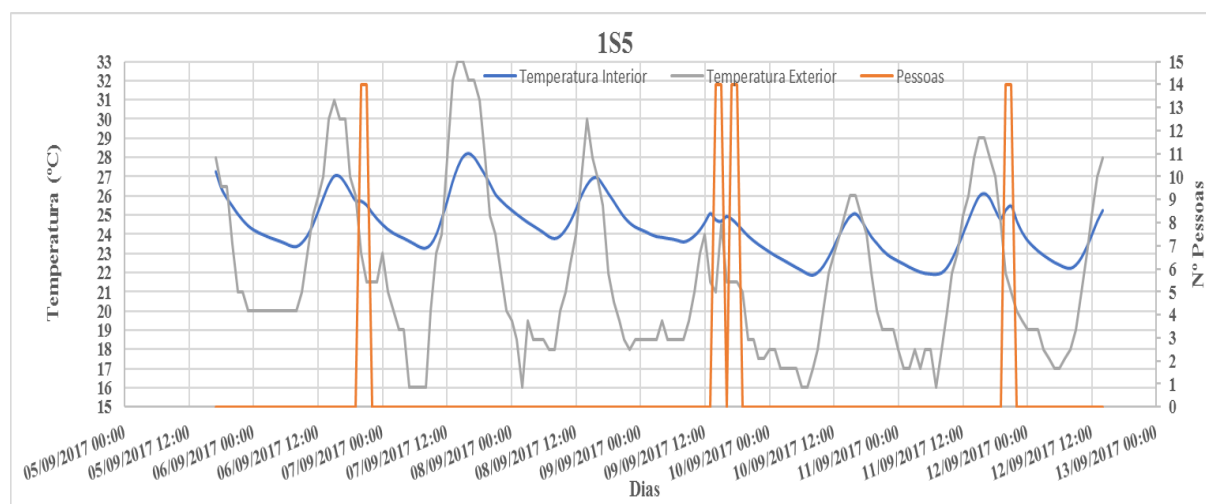


Figura 5.4 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas no verão na sala 1S5

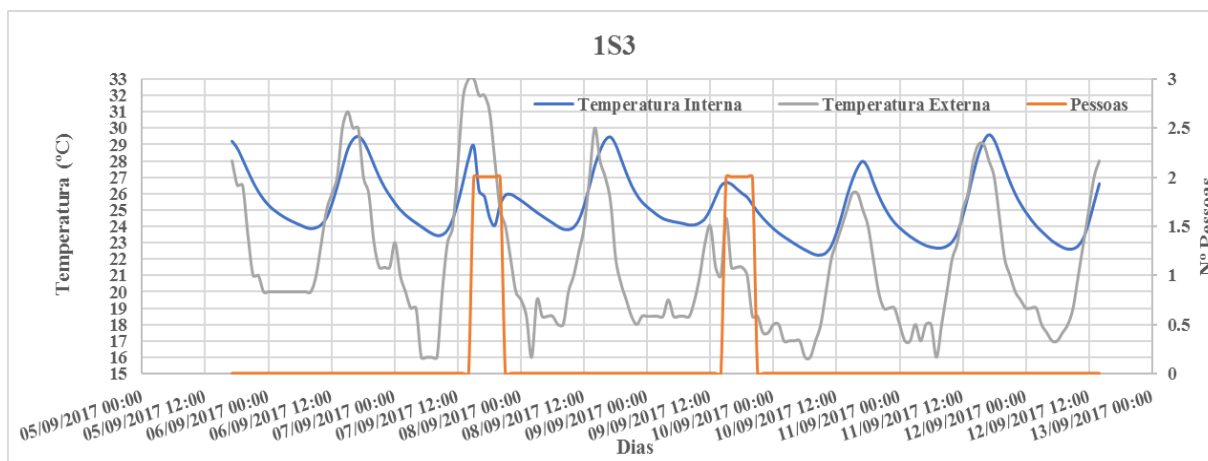


Figura 5.5 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas no verão na sala 1S3

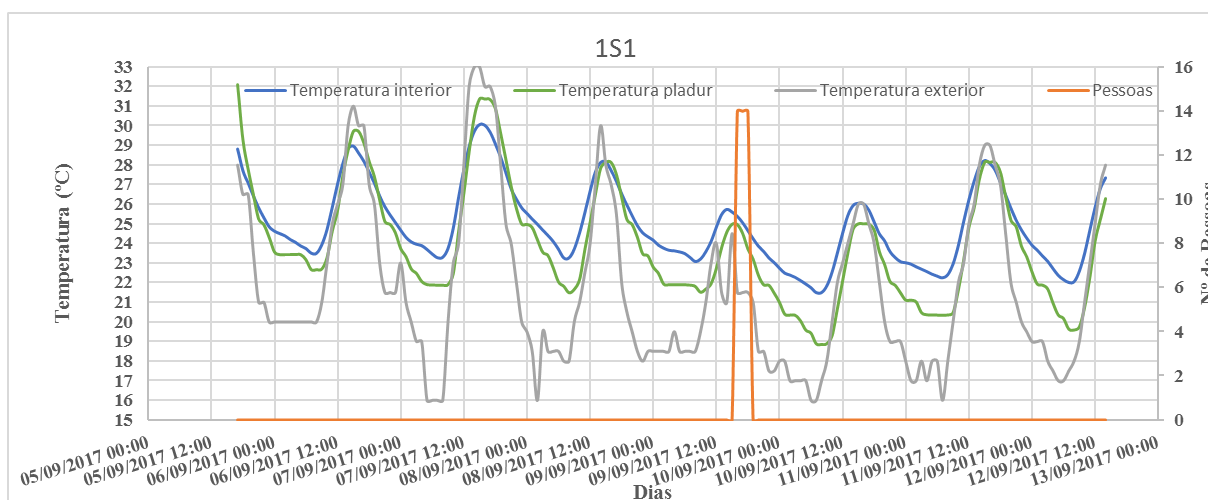


Figura 5.6 - Gráfico resultante das medições de temperatura realizadas no verão na sala 1S1

Neste último gráfico é possível verificar que a temperatura a que o pladur se encontra é bastante semelhante à temperatura existente na sala, ou seja, isto significa que não existe qualquer sistema de ventilação a climatizar o espaço e a descer a temperatura.

Por último, é notório em ambas as medições que existe uma correlação muito direta com a temperatura exterior, o que leva a crer que este edifício possa ter algumas deficiências na sua envolvente, uma vez que a construção não é eficaz no isolamento térmico. Este ponto levou a que, seguidamente, fosse feito o levantamento dos materiais de construção do edifício e a averiguação do tipo de isolamento existente para além do pladur (camada interior do telhado).

5.2. Classificação Energética

A fim de se perceber em que nível de eficiência energética está o edifício, foi elaborado um estudo de eficiência energética.

Por ser um edifício que não tem dimensões suficientes para ser considerado um grande edifício de serviços, este estudo poderia ser elaborado através de faturas energéticas, contudo, a classe energética foi obtida através de simulação dinâmica com o auxílio do *software EnergyPlus*, por ser mais fácil de, posteriormente, simular e analisar os benefícios das melhorias energéticas a apresentar.

Uma vez que a via a seguir foi a simulação dinâmica, foi necessário proceder à validação do modelo antes do cálculo de eficiência energética.

5.2.1. Validação do modelo

A validação do modelo pretende que o resultado de simulação seja o mais próximo possível da realidade dos consumos energéticos no edifício.

Para saber quais os consumos do edifício, recorreu-se às faturas energéticas que compreendiam o período de faturação de eletricidade entre 9 de janeiro de 2016 e 5 de janeiro de 2017. Uma vez que o gás consumido no edifício se destina exclusivamente à confeção de alimentos, não será necessário contabilizar estes gastos.

Posto isto, foram elaborados horários de utilização de equipamentos e iluminação para cada divisão, introdução de materiais de construção e geometrias do edifício no *software* de simulação, aferição de cada um desses mesmos horários, e infiltração de ar exterior, a fim de que o consumo simulado fosse o mais próximo possível ao apresentado pelas faturas de eletricidade referentes aos 12 meses em apreço.

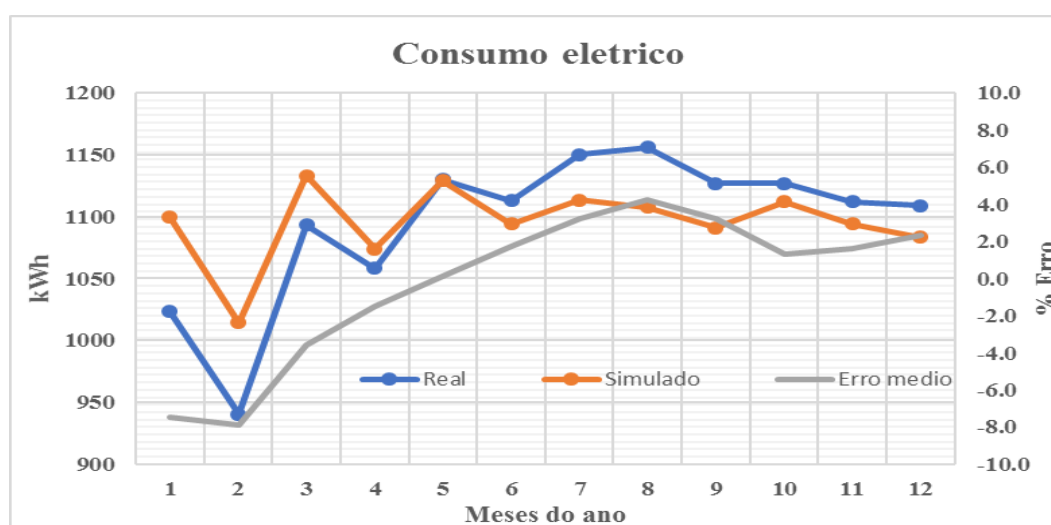


Figura 5.7 - Consumo elétrico simulado em comparação com o consumo real proveniente de faturas de eletricidade

No gráfico acima podemos observar que o erro está sempre entre o intervalo -8% e +8%, sendo o erro absoluto de 3,2%.

Durante este ano a Associação teve um consumo de eletricidade de cerca de 13 MWh o que se traduziu num custo anual de 2810€ e uma emissão de 1778 kg de CO₂ libertados para a atmosfera.

5.2.2. Índice de Eficiência Energética

Como anteriormente foi dito, o índice de eficiência energética faz uma comparação entre o indicador previsto, isto é, entre o esperado quando o conforto térmico está plenamente assegurado e o funcionamento dos sistemas energéticos estão de acordo com a legislação em vigor, e o indicador de referência, que simula o mesmo edifício em condições que se pensam ser ótimas, tendo em conta, por exemplo, a construção das envolventes opacas e dos vãos envidraçados com valores de condutividade térmica bem definidos.

Previsto

Pressupostos:

- Considerada uma temperatura interior entre 20°C e 25°C;
- Considera-se o valor do caudal de ar novo correspondente ao valor de caudal mínimo determinado pelo método prescritivo;
- Correção de valores de luminosidade para os mínimos legais impostos pela norma europeia.

Referência

Pressupostos:

- Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e vãos envidraçados constantes;
- Elementos opacos Verticais – 0,7 W/(m. °C);
- Elementos opacos Horizontais – 0,5 W/(m.°C);
- Vãos envidraçados – 4,3 W/(m.°C);
- Área de vão envidraçado igual a 30% da área de fachada e 0% nas coberturas;
- Fator solar dos vãos envidraçados de referência constantes;
- Coeficiente de absorção da radiação solar da envolvente opaca. Alpha = 0,4;
- Considerar que o edifício dispõe de sistema aquecimento/arrefecimento, aplicando-se o recurso a bomba de calor com COP_{heat}=3, COP_{cool}=2,9;
- Considerar os valores de caudal de ar novo por espaço determinados pelo método prescritivo e utilização de um sistema de ventilação exclusivamente mecânico, com uma eficácia de ventilação de 0,8;
- Densidade de potência de iluminação correspondente ao requisito mínimo aplicável, sem sistemas de controlo por ocupação;
- Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e vãos envidraçados constantes.

Tendo estes pressupostos acima descritos, os valores de índice de eficiência energéticos calculados encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 5.1 - Classificação energética do edifício antes das propostas de melhorias

	Aquec. (MWhep)	Arref. (MWhep)	Ilum. (MWhep)	Equi. (MWhep)	IEEs (kWhep/m ²)	RIEE	Classe
Previsto	0,12	9,8	23,96	28,11	165	1,58	D
Referência	0,16	6,5	4,5	28,11	104,7		

5.2.3. Cenário Base

Ao propor medidas de melhoria, existe a necessidade de se ter um cenário base, por forma a comparar se essas medidas de melhoria estão a ser eficazes.

O cenário de comparação neste estudo será aquele que os dirigentes da Associação, antes deste estudo, teriam em mente, para responder ao desconforto térmico dos ocupantes.

A aquisição de ventiloconvectores seria a solução pensada para responder ao desconforto térmico sentido pelos ocupantes em cada divisão. Uma vez que se trata de sistemas que necessitam de um elevado investimento inicial, deverá ser um investimento muito bem ponderado numa Associação em que as suas receitas são canalizadas para fins de beneficência.

Com isto, foi simulada a existência de um equipamento de AVAC em cada divisão onde existe ocupação. O aumento de custos na fatura de eletricidade em comparação com as faturas energéticas do último é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 5.2 - Consumos elétricos de cenário BaseBad

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
BaseBad	87	2439,34	1907,6	11245,6	15679,4	3309,8

Tendo em conta a implementação deste método de climatização, existe um aumento de cerca de 2500kWh (+19%) por ano, e um aumento de cerca de 500€ (+18%) na totalidade das faturas de eletricidade ao longo do ano, com todos os impostos já incluídos.

A somar ao custo anual do aumento de energia consumida, esta solução requer um investimento de 7200€, para a compra de 10 ventiloconvectores, com um custo de 600€ cada, e mais 20% do custo do valor inicial para despesas de manutenção.

Esta solução garante o conforto térmico dos ocupantes em todas as divisões, no entanto, quando este cenário foi simulado, detetou-se outro problema: os elevados níveis de dióxido de carbono na divisão 0S3.

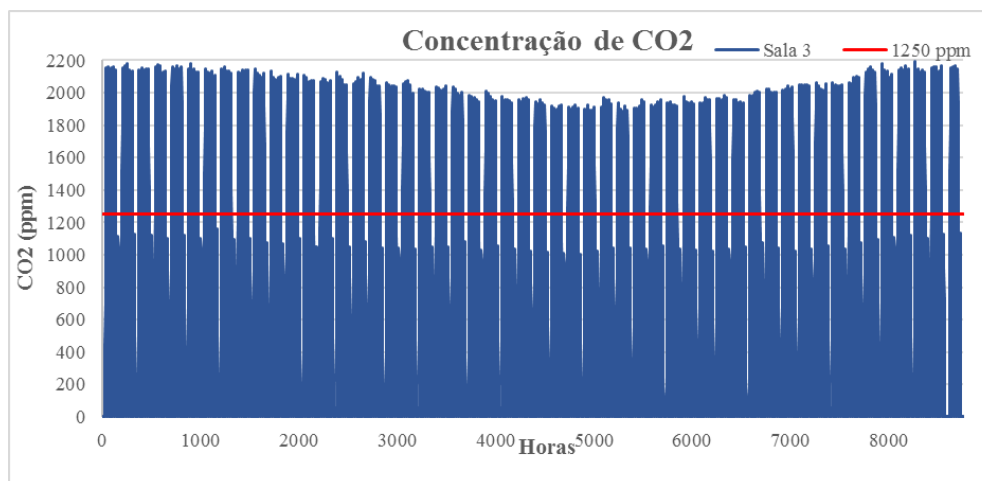


Figura 5.8-Concentração de CO2 na sala OS3

A resolução deste problema passaria pela instalação de um equipamento de ventilação mecânica que renovasse o ar da mesma. Com a incorporação deste equipamento os consumos elétricos passariam a ser os seguintes:

Tabela 5.3 - Consumos elétricos de cenário BaseBad com Ventilação Mecânica

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Vent (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
BaseBad c/ VentMec	87,8	2397,6	60,6	1907,6	11245,6	15699,1	3313,7

A ventilação de ar exterior deste equipamento seria de 0,015 m³/s, e a sua potência de 0,43 W/m³. Este equipamento teria um horário de funcionamento igual ao horário em que a divisão se encontra ocupada.

Esta cenário será a base de comparação de cada proposta de melhoria do capítulo seguinte.

Capítulo 6 - Propostas de melhoria

O intuito destas propostas de melhoria são não só diminuir a dependência de sistemas de climatização, sem prejudicar o conforto térmico, mas também racionalizar o investimento dessas mesmas melhorias.

6.1. Isolamento

Uma vez que foi identificada a falta de isolamento no telhado do edifício e, consequentemente, também se verificou que a temperatura interna estava dependente da temperatura exterior, o primeiro estudo recaiu sobre a possibilidade de ser implementado o isolamento do telhado e também das paredes exteriores do edifício.

Existindo um grande intervalo de preço, como foi possível verificar na secção 3.3.1 e uma pequena diferença entre a condutividade térmica de uns materiais para ou outros, apenas foi simulado o isolamento com XPS e EPS para as paredes exteriores e Lã mineral e Lã de Rocha para o telhado.

Os materiais isolantes que melhor satisfaziam as condições de conforto com o mínimo de investimento, foram a lã mineral para o telhado e a colocação de EPS na camada exterior das paredes do edifício.

O custo por metro quadrado do material isolante varia consoante a sua espessura. Nos gráficos abaixo é possível visualizar o benefício a ter com a implementação de cada espessura, em comparação com o preço do material utilizado.

Uma nota importante, o preço de material para a colocação de isolamento no telhado já inclui a renovação da camada de pladur já existente.

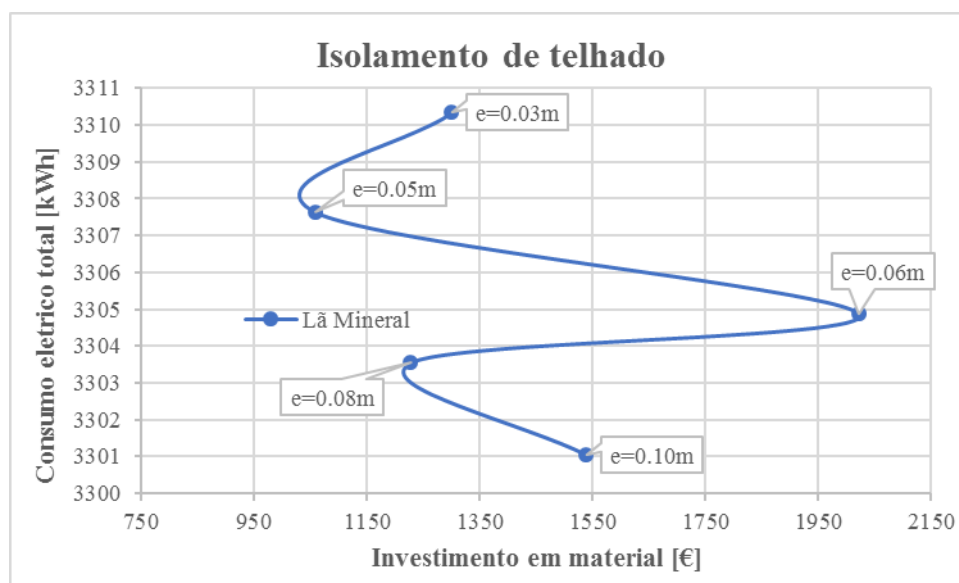


Figura 6.1 - Análise Custo/benefício consoante a espessura do isolamento do telhado

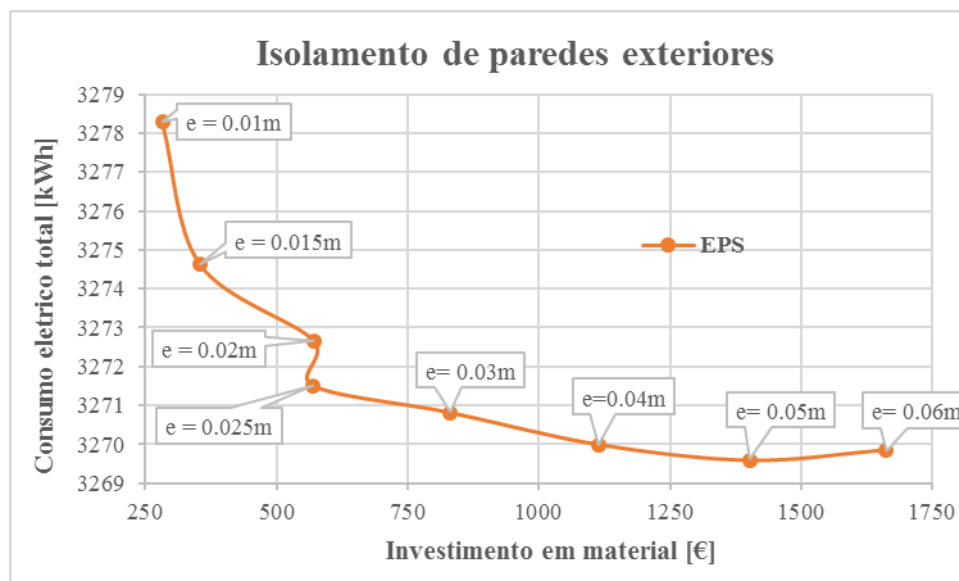


Figura 6.2 - Análise Custo/benefício consoante a espessura do isolamento da parede exterior

No gráfico de isolamento de paredes exterior é mais notório que, apesar do aumento da espessura do isolamento fazer com que o consumo reduza, o decréscimo de kWh não justifica o investimento em material para isolamento com espessura mais elevada. Como tal, foi escolhido o isolamento com a espessura de 0,01m para a parede, e 0,05m para o telhado.

Assim, a solução construtiva final seria a que está na tabela 6.1, sendo a previsão de custo energéticos os apresentados na tabela 6.2.

Tabela 6.1 - Solução construtiva proposta

		Material	Espessura [m]	Condutividade [W/m/K]	Densidade [kg/m ³]	Calor específico [J/kg/k]
Paredes Exteriores Novas	Outside	Reboco	0,015	1	1900	1100
		EPS	0,01	0,037	20	1450
	Inside	Cimento	0,015	1	1900	1100
		Tijolo Perfurado	0,24	0,605	1500	1100
		Cimento	0,015	1	1900	1100
Parede Exterior Antigas	Outside	Reboco	0,015	1	1900	1100
		EPS	0,01	0,037	20	1450
	Inside	Calcário Duro	0,3	2,5	2000	870
		Reboco	0,015	1	1900	1100
-Telhado Exterior	Outside	Telha	0,04	0,9	1900	900
		Lã Mineral	0,05	0,037	1030	1030
	Inside	Caixa Ar	-	-	-	-
		Pladur	0,015	0,18	900	1050

Tabela 6.2 - Consumos elétricos com implementação de isolamento

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Vent (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
Isolamento	73,6	2140,4	60,6	1907,6	11245,6	15427,8	3259,4
Variação	-16,1%	-10,7%	-	-	-	-1%	-1,6%

6.2. Ventilação Natural

Sendo as temperaturas internas acima do desejável, dando assim uma maior condição de desconforto térmico, é perfeitamente legítimo que este seja um pressuposto a ser estudado.

A ventilação natural a ser estudada assenta, essencialmente, no mecanismo de *single-sided*, através das janelas já existentes.

Neste estudo foram simuladas várias combinações de horários de ventilação natural, bem como a área de abertura de cada janela.

Tabela 6.3 - Consumos elétricos com implementação de ventilação natural

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Vent (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
V. Natural	93	2239,2	0	1907,6	11245,6	15485,3	3270,9
Variação	+6%	-6,6%	- 100%	-	-	-1,7%	-1,3%

Dado que a ventilação permite a entrada de ar exterior e a renovação do ar interior, teve-se isto em consideração e, uma vez que os níveis de CO₂ na sala OS3 se mantiveram dentro da regulamentação, foi retirado o sistema de ventilação mecânica, diminuindo assim o investimento inicial.

Para que isto acontecesse, o horário de abertura de janela desta sala deverá ser constante ao longo de 365 dias por anos, 24 horas por dia.

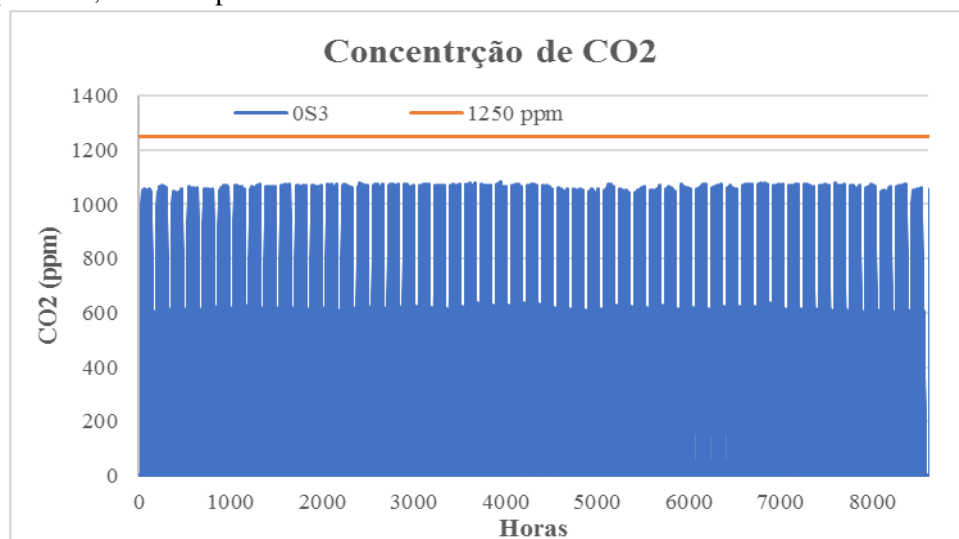


Figura 6.3 - Concentração média de CO2 durante 8h consecutivas em OS3

6.3. Estores

A ideia da utilização de estores nas janelas serve para permitir a impermeabilização dos raios infravermelhos. No entanto, esta tecnologia pode ter desvantagens, nomeadamente, o impedimento da passagem da luz natural pelas janelas ou o aumento da necessidade de aquecimento em algumas alturas do ano.

Como tal, deu-se preferência a uma tecnologia de estores móvel, isto é, que fosse possível abrir os estores na estação de inverno ou quando houvesse utilização da sala, e ser possível também utilizar a iluminação natural.

Foi simulada a utilização de estores num horário em que fosse permitido a utilização de iluminação natural quando a divisão estivesse ocupada. Não foi necessário ter uma preocupação acentuada com a ventilação natural nas janelas que irão receber estores, uma vez que estes mecanismos estão especialmente desenhados para a possibilidade de entrada de ar enquanto o seu mecanismo se encontra em funcionamento.

As janelas que se propõe que recebam estes mecanismos, são da marca *Roto* (1S1,1S2,1S3,1S4). As restantes ficam excluídas pois o horário em que a ventilação natural não está em funcionamento iria coincidir ou com o período noturno, ou com a ocupação das divisões.

Tabela 6.4 - Horário de abertura de estores

	Até 30 de Abril		Até 31 de Outubro		Até 31 de Dezembro	
Ocupação	Períodos Ocupados	Períodos Vazios	Períodos Ocupados	Períodos Vazios	Períodos Ocupados	Períodos Vazios
Estores	Aberto	Aberto	Aberto	Fechado	Aberto	Aberto

É perceptível o porquê de a abertura dos estores estar relacionada com períodos de menor calor, uma vez que com a existência de estores, os vãos envidraçados seriam impermeáveis à entrada de radiação solar e, como tal, as necessidades de aquecimento seriam maiores.

Tabela 6.5 - Consumos elétricos com implementação de estores

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Vent (kWh)	Illum. (kWh)	Equi. (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
Estores	87,9	2392,1	0	1907,6	11245,6	15693,7	3312,6
Variação	0%	-0.23%	-	-	-	-0,03%	-0,03%

O investimento inicial desta melhoria, ronda os 75€ por cada janela, perfazendo um total de 375€.

6.4. Iluminação

A solução para a melhorar a iluminação, foi trocar as lâmpadas existentes – Tubos de iluminação T8, lâmpadas halogéneas e economizadoras - por uma iluminação com maior eficiência (lm/W). Esta substituição passa essencialmente por soluções LED com as quais as luminárias existentes são compatíveis.

Tabela 6.6 - Iluminação a instalar para melhoria da mesma (51)

Nomenclatura	Iluminação	Potência Total [W]	Eficiência [lm/W]	Custo [€]
0S1	3 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	48,6	92,3	30,66
0S2	17 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	275,4	102,4	173,74
0S3	4 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	64,8	106,1	40,88
0S4	3 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	48,6	95	30,66
0HALL	4 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	64,8	107,1	40,88
0WC	2 Lâmpadas LED (5.9W)	11,8	78,6	7,02
C1	2 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	32,4	117,3	20,44
C2	7 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	113,4	104,8	71,54
C3	3 Lâmpadas T8 LED (18W)	54	82,5	30,66
CDisp	2 Lâmpadas LED (8W)	16	85	7,04
1S1	6 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	97,2	98,5	61,32
1S2	7 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	113,4	106,8	71,54
1S3	3 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	48,6	88,6	30,66
1S4	3 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	48,6	86,7	30,66
1S5	7 Lâmpadas T8 LED (16.2W)	113,4	100,7	71,54
1 ARRECAD	1 Lâmpadas T8 LED (18W)	18	118,2	10,22
1WC	1 Lâmpada LED (5.9W)	5,9	76,8	3,51
1HALL	11 Lâmpadas LED (2.6W)	28,6	90,1	33,04

Tabela 6.7 - Consumos elétricos com renovação de iluminação

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Vent (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
Iluminação	96,92	2343,24	0	765,83	11245,6	14512,1	3076,04
Variação	+10,4%	-2,7%	-	-60%	-	-7,6%	-7,2%

Dado as características do edifício e os preços do material em questão, a renovação e melhoramento da iluminação do edifício da Associação tem um custo total de cerca de 770€ em material, o que inclui apenas lâmpadas.

Foi possível experienciar se as lâmpadas LED possuem a mesma eficiência teórica na realidade. Para isso, foi colocado um tubo LED de 18W num dos balastros, e medida a iluminância na superfície adjacente. Os resultados são os apresentados na tabela seguinte.

Tabela 6.8 - Eficiência Real de uma lâmpada LED

Potência [W]	Área [m ²]	Iluminância [lx]	Eficiência Teórica [lm/W]	Eficiência Real [lm/W]
18	8,10	200	94,4	81

Como observado a eficiência real é menor que a eficiência teórica, isto poderá dever-se as características de fabrica não serem as mais corretas, ou até mesmo, ao balastro existente não ser o melhor. Posto isto poderá ser necessário uma correção dos valores de potência de iluminação instalada.

Este caso aqui apresentado é o típico problema de visualizar os resultados e soluções através de simulações, com o que acontece na realidade. Como tal deve ser feito sempre uma avaliação posterior à implementação de melhorias de forma a corrigir estes erros.

6.5. Integração fotovoltaica

Com o que se pretende é que o resultado final pressuponha a menor despesa possível nas faturas de consumo, torna-se essencial a integração de um sistema de energia fotovoltaica para que, de algum modo, a energia gerada por este seja amortizada na energia necessária, a comprar à rede elétrica nacional.

Uma vez que a disponibilidade de investimento é reduzida, optou-se por escolher um sistema de autoconsumo, com uma instalação não superior a 1,5 kW, visto que, com esta instalação, não será necessária licença de produção nem licença de exploração para instalação.

Foi escolhido o kit de autoconsumo *Sendeals SunKit 6*, cujo custo total é de 2620 €, já com montagem e instalação (52).

Este kit é composto por 6 painéis Luxor 250P, cada qual com uma potência de 250W, sendo a sua eficiência de 15,4%. Cada painel tem as dimensões de 1,64 m x 0,992 m, sendo que cada unidade é acompanhada de um inversor da marca Involgar MAC250A, com uma eficiência de 95% (53, 54).

Uma vez que este edifício se situa numa latitude de 38,7°, é natural que a inclinação ótima seja na ordem dos 33°. Tal facto foi confirmado através de simulações em que a melhor orientação é Sul, e o seu ângulo de inclinação ótimo de 33,5°.

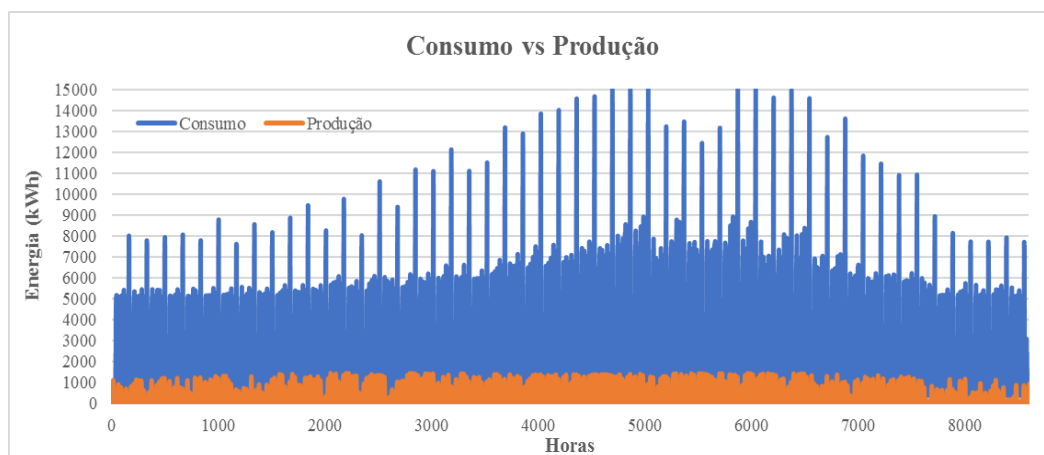


Figura 6.4 - Consumo anual vs. Produção anual

Como é possível observar no gráfico acima, toda a produção é obtida em horários em que existe consumo. Praticamente toda a produção instantânea é utilizada para consumo instantâneo. O Somatório de todas as diferenças instantâneas, perfaz um total de 180.88 kWh. Ao preço de 0,04€/kWh traduz-se num rendimento anual de cerca de 7,27€

Tabela 6.9 - Consumos elétricos com implementação de painéis fotovoltaicos

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Produção (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
Energia fotovoltaica	72,6	2413,2	1907,6	11245,6	2138,9	13313,8	2829
Variação	-	-	-	-	+100%	-15,2%	-14,6%

Capítulo 7 - Conclusões

Através da simulação dinâmica integrada é possível prever: o funcionamento de todos os sistemas energéticos em um edifício; todas as trocas de calor em cada divisão do mesmo; e, como o sistema responderá às melhorias implementadas.

Este método de previsão constitui, não só uma ferramenta importante, a fim de ficar a conhecer de uma forma aproximada os consumos energéticos de um edifício em projeto, como também se as melhorias a serem implementadas num edifício existente irão corresponder à expectativa do projetista.

Para uma IPSS, toda a diminuição de gastos possível é uma mais-valia. Contudo, não é viável levar esta máxima ao extremo, uma vez que, em muitos casos, a sua aplicação deixaria de ser sustentável. Como tal, é necessário avaliar as condições existentes, simular melhorias, e decidir quais deverão ser implementadas.

É neste processo delicado de decisão que o trabalho do projetista se torna mais minucioso. Uma vez que deverá ter, não só a capacidade de avaliar os índices de custos/benefícios, mas também, avaliar o benefício para o conforto dos ocupantes e, ainda, questões ambientais como, por exemplo, a energia associada à produção de materiais isolantes, ou a libertação de CO₂ na implementação de um sistema AVAC.

Apesar da legislação portuguesa referir qual deverá ser o período de retorno máximo para uma determinada medida de melhoria (8 anos), com esta dissertação verificou-se que esta legislação apenas contempla a vertente financeira de cada melhoria, negligenciando o conforto dos ocupantes na qualidade de ar interior.

Existem melhorias necessárias que se irão traduzir numa melhor qualidade das atividades que as pessoas exercem nos edifícios de comércio e serviços. Essas melhorias, por muitas vezes estarem associadas a um investimento inicial avultado, sem que o retorno seja concreto, querendo isto dizer que não é expressivo na redução de faturas de eletricidade, não são sujeitas a serem aplicadas.

Exemplos destes são, por exemplo, o isolamento de uma parede que, a curto prazo, poderá não trazer muitos benefícios. Todavia, a existência de um isolamento adequado fará com que, ao longo dos anos, a fronteira entre o interior e o exterior do edifício seja capaz de responder aos diversos picos de alterações climáticas exteriores.

A proposta de isolamento para este edifício, é pouco viável em termos de custo/benefício, uma vez que o seu *payback* é superior a 8 anos, devido ao seu elevado custo de implementação.

Outra medida proposta que não é propícia a ser implementada será a existência de estores. Apesar do seu investimento ser reduzido, o seu contributo na redução da fatura energética é quase nulo.

Assim, o pacote de melhorias propostas é a introdução de ventiloconvectores em quase todas as divisões, excetuando na divisão 1S4, uma vez que, com as restantes medidas de melhorias e, também devido à reduzida utilização deste espaço, é possível garantir o conforto térmico dos ocupantes em níveis superiores a 90% do tempo de utilização.

Para além da implementação de ventiloconvectores, outras das melhorias propostas são a incorporação de ventilação natural, renovação da iluminação existente e ainda, a incorporação de um sistema fotovoltaico para autoconsumo.

Estas últimas medidas visam a reduzir a necessidade energética inerente à utilização de ventiloconvectores e ainda, reduzir a dependência de compra de energia elétrica ao mercado, no caso da energia fotovoltaica. Esta produz cerca de 18% da energia consumida.

Por conseguinte, com as melhorias a serem implementadas, a previsão de energia final a ser consumida ao longo do ano será de 12098 kWh, o que em custos monetários será na ordem dos 2585,86€, já com todas as taxas em vigor incluídas. A implementação destas melhorias também irá resultar na redução de 1742 kgCO₂ (-2%) para atmosfera.

Tabela 7.1 - Consumos previstos após a implementação de medidas de melhorias

	Aquec. (kWh)	Arref. (kWh)	Ilum. (kWh)	Equi. (kWh)	Produção (kWh)	Total (kWh)	Custo (€)
Avaliação Final	93,4	2143,8	765,83	11245,6	2585,9	12098	2585,86
Variação para 2016	-	-	- 60%	-	-	-8%	-8%

O pacote de melhorias, não só garante o nível de conforto dos ocupantes, como também reduz o custo final de energia elétrica em 8%, em comparação com o ano típico de 2016. E, ainda tem uma melhoria de três classes energéticas, sendo a B a nova classificação do edifício. Sendo que o mínimo aplicável a edifícios sujeitos a grandes intervenções seria classe C, e B- para edifícios novos.

Tabela 7.2- Certificação energética final

	Aquec. (MWhep)	Arref. (MWhep)	Ilum. (MWhep)	Equi. (MWhep)	Prod. (MWhep)	IEEs (kWhep/m²)	RIEE	Classe
Prev.	0,2	5,3	1,9	28,11	-	94,85		
Ren.	-	-	-	-	6,42	17,1	0,74	B
Ref.	0,16	6,5	4,5	28,11	-	104,7		

Após a intervenção neste edifício prevê-se que os sistemas energéticos estudados constituam menos de 25% da energia total do edifício, sendo quase impossível a redução desta percentagem sem negligenciar o conforto dos ocupantes. O custo de melhoria dos sistemas será na ordem dos 8780€.

Os 75% restantes serão provenientes de equipamentos periféricos. Equipamentos esses que não são alvos de estudo ou simulação, pois têm um caráter opcional para o utilizador, e parte deste avaliar se o mesmo poderá trocado por um que execute a mesma função, mas mais eficiente, ou até mesmo retirá-lo de uso.

Assim, ficou provado que as soluções que, inicialmente, esperamos que sejam as mais benéficas, por vezes, acabamos por constatar que não o são, o que aconteceu neste caso em concreto, sendo que é necessário recorrer a ventiloconvectores.

Apesar deste cenário ser o mais favorável, a implementação de outras melhorias, tornar-se-á benéfica para o edifício, uma vez que, mesmo com a implementação de ventiloconvectores, é possível reduzir os gastos energéticos do edifício fazendo um esforço económico inicial.

Bibliografia

- (1) MADLENER, Reinhard; SUNAK, Yasin - Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management?. Sustainable Cities and Society. Volume 1, nº1 (2011), p. 45-53.
- (2) Directive 2010/31/EU. 2010, The energy performance of buildings. Bruxelas: Official Journal of the European Union. P. L 153/13 – L 153/35.
- (3) YANG, Zheng; GHAHRAMANI, Ali.; BECERIK-GARBER, Burcin - Building occupancy diversity and HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system energy efficiency. *Energy, An International Journal*. Volume 109 (2016), p. 641-649.
- (4) PÉREZ-LOMBARD, Luís; ORTIZ, José; POUT, Christine - A review on buildings energy consumption information. Energy and Buildings. Volume 40, nº3 (2008), p. 394-398.
- (5) DGSS – Portal da Segurança Social [Em linha]. Lisboa: Direção-Geral da Segurança Social, 2017, atual. 07 de setembro de 2017. [Consult. 15 set. 2017]. Disponível em http://www.seg-social.pt/documents/10152/13140219/Listagem_ipss/8371faa4-dea5-4c03-a47f-3446f1f4c6c3
- (6) SERWAY, Raymond; JEWETT, John – Temperature. In Physics for Scientists & Engineers & Modern Physics. 9th edition. Boston: Brooks/Cole, 2014. ISBN 1-133-95405-7. Cap. 19, p. 568-589.
- (7) SERWAY, Raymond; JEWETT, John – The First Law of Thermodynamics. In Physics for Scientists & Engineers & Modern Physics. 9th edition. Boston: Brooks/Cole, 2014. ISBN 1-133-95405-7. Cap. 20, p. 590-627.
- (8) BERGMAN, Theodore; LAVINE, Adrienne; INCROPERA, Frank; DEWITT, David – Physical Origins and Rate Equations. In Fundamentals of heat and mass transfer. 7th edition. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2011. ISBN 978-047-50197-9. Cap. 1, p. 3-11.
- (9) FLODBERG, Kajsa; BLOMSTERBERG, Ake; DUBOIS, Maria-Claude - Low-energy office buildings using existing technology: simulations with low internal heat gains. International Journal of Energy and Environmental Engineering. Volume 3, nº19 (2012), p. 1-9.
- (10) ADENE – Eficiência Energética [Em linha]. Lisboa, Agência para a energia. [Consult. 12 jan. 2017]. Disponível em <http://www.adene.pt/eficiencia-energetica>
- (11) MA, Zhenjun; COOPER, Paul; DALY, Daniel; LEDO, Laia - Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. Energy and buildings. Volume 55, nº12 (2012), p. 889-902.
- (12) KARMELOS, Marios; KIPRAKIS, Aristides; MAVROTAS, Georgios - A multi-objective approach for optimal prioritization of energy efficiency measures in buildings: Model, software and case studies. Applied Energy. Volume 43 (2008), p. 1858–1870.

- (13) PAUL, Warren; TAYLOR, Peter – A comparison of occupant comfort and satisfaction between a green building and a conventional building. Building and environment. Volume 139 (2015), p. 131–150.
- (14) ISO 7730. 2006, Ergonomics of the thermal environment. Bruxelas: International Organization for Standardization. N.p.
- (15) Portaria n. ° 353-A/2013. Diário da República, 1ª série. N. °235 (4 de dezembro de 2013), p. 6644-(1) – 6644-(9).
- (16) TREGENZA, Peter; LOE, David – The design of lighting. 2nd edition. Oxford: Routledge, 2013. ISBN 978-0415522465.
- (17) EN 12464-1. 2002, Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places. Bruxelas: CEN. P. 1-43
- (18) SCHIAVONI, S.; D’ALESSANDRO, F.; BIANCHI, F.; ASDRUBALI, F. - Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 62 (2016), p. 988–1011.
- (19) LEROY MERLIN – Loja de materiais de construção [Em linha]. Lisboa: Leroy Merlin. [Consult. 29 jul. 2017]. Disponível em www.leroymerlin.pt.
- (20) SBR - Levensduur van Bouwproducten. Roterdão: SBR 2011. ISBN 978-9053675380.
- (21) GONZÁLEZ, Francisco - Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Munillaleria, 2009. ISBN 978-8489150645.
- (22) SANTOS, Carlos; MATIAS, Luís - ITE 50 - Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios. Lisboa: LNEC, 2010. ISBN 978-9724920658.
- (23) COSTANZO, Vincenzo; EVOLA, Gianpiero; MARLETTA, Luigi - Thermal and visual performance of real and theoretical thermochromic glazing solutions for office buildings. Solar Energy Materials & Solar Cells. Volume 149 (2016), p. 110–120.
- (24) KIM, Jungsoo; DEAR, Richard - Nonlinear relationships between individual IEQ factors and overall workspace satisfaction. Building and Environment. Volume 49 (2012), p. 33–40.
- (25) WINDSOR CONFERENCE, n. °7, Windsor, 2012 - How does occupant perception on specific IEQ factors affect overall satisfaction?. London: Network for Confort and Energy Use in Buildings, 2012.
- (26) AL-RASHIDI, Khaled; LOVEDAY, Dennis; AL-MUTAWA, Nawaf - Impact of ventilation modes on carbon dioxide concentration levels in Kuwait classrooms. Energy and Buildings. Volume 47 (2012), p. 540–549.
- (27) WANG, Haojie; CHEN, Qingyan - Modeling of the impact of different window types on single-sided natural ventilation. Energy Procedia. Volume 78 (2015), p. 1549–1555.

- (28) AUTODESK – Wind Ventilation [Em linha]. EUA: Autodesk - Sustainability Workshop, [Consult. 3 fev. 2017]. Disponível em <https://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/wind-ventilation>
- (29) GRAÇA, Guilherme; DAISH, Nicholas; LINDEN, Paul – A two-zone model for natural cross-ventilation. Building and Environment. Volume 89 (2015), p. 72–85.
- (30) SANDBERG, M.; SJOBERG, M. - A comparative study of the performance of general ventilation systems in evacuating contaminants. Indor Air. (1984), p. 59–64.
- (31) ROULET, Claude-Alain; HEIDT, Frank; FORADINI, Flavio; PIBIRI, Maria-Cécile - Real heat recovery with air handling units. Energy and Buildings. Volume 33, nº5 (2001), p. 495-502.
- (32) WANG, Shengwei; YAN, Chengchu; XIAO, Fu - Quantitative energy performance assessment methods for existing buildings Energy and Buildings. Volume 55 (2012), p. 873-888.
- (33) MATEUS, Nuno; PINTO, Armando; GRAÇA, Guilherme - Validation of EnergyPlus thermal simulation of a double skin naturally and mechanically ventilated test cell. Energy and Buildings. Volume 75 (2014), p. 511–522.
- (34) ENERGYPLUS – Weather Data Download - Lisboa 085360 (INETI) [Em linha]. EUA: EnergyPlus. [Consult. 27 mar. 2017]. Disponível em https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/PRT//PRT_Lisboa.085360_INETI.
- (35) Decreto-lei n.º 118 /2013. Diário da República, 1ª série. N.º159 (20 de agosto de 2013), p. 4988–5005.
- (36) Portaria n.º 349-B/2013. Diário da República, 1ª série. N.º232 (29 de novembro de 2013), p. 6624-(18) – 6624-(29).
- (37) Portaria n.º 349-D/2013. Diário da República, 1ª série. N.º233 (2 de dezembro de 2013), p. 6628-(40) – 6628-(73).
- (38) Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013. Diário da República, 2ª série. N.º234 (3 de dezembro de 2013), p. 35088-(13).
- (39) Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013. Diário da República, 2ª série. N.º234 (3 de dezembro de 2013), p. 35088-(26) – 35088-(31).
- (40) Despacho (extrato) n.º 15793-H/2013. Diário da República, 2ª série. N.º234 (3 de dezembro de 2013), p. 35088-(36) – 35088-(40).
- (41) Despacho (extrato) n.º 15793-J/2013. Diário da República, 2ª série. N.º234 (3 de dezembro de 2013), p. 35088-(55) – 35088-(57).

- (42) [<https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2014/07/24/22407-certificados-energeticos-maioria-das-casas-e-de-classe-c-e-so-0-9-tem-nota-maxima-a>]
- (43) Despacho (extrato) n.º 15793-L/2013. Diário da República, 2ª série. N.º 234 (3 de dezembro de 2013), p. 35088-(88)
- (44) STRUPEIT, Lars; PALM, Alvar - Overcoming barriers to renewable energy diffusion: business models for customer-sited solar photovoltaics in Japan, Germany and the United States. Journal of Cleaner Production. Volume 123 (2016), p. 124–136.
- (45) BRITO, M.; GOMES, N.; SANTOS, T.; TENEDÓRIO, J. - Photovoltaic potential in a Lisbon suburb using LiDAR data. Solar Energy. Volume 86 (2012), p. 283–288.
- (46) Decreto-lei n.º 363 /2007. Diário da República, 1ª série. N.º 211 (2 de novembro de 2007), p. 7978–7984.
- (47) Decreto-lei n.º 153 /2014. Diário da República, 1ª série. N.º 202 (20 de outubro de 2014), p. 5298–5311.
- (48) OMIE – Principais resultados do mercado elétrico [Em linha]. Madrid: OMIE. [Consult. 20 set. 2017] Disponível em http://www.omie.es/files/mercado_electrico_port.diptico_web_pdf.pdf
- (49) RT – Designo R4 Rototronic [Em linha]. A Coruña: Roto Sistemas. [Consult. 20 out. 2016]. Disponível em <http://rototejado.com/store/verProducto.aspx?id=5>.
- (50) WU – Historical Weather [Em linha]. São Francisco: Weather Underground. [Consult. 3 nov. 2016 e 15 set. 2017]. Disponível em <https://www.wunderground.com/history/airport//2017/9/27/DailyHistory.html>.
- (51) GETALAMP – Loja de iluminação profissional [Em linha]. Barcelona: Get a Lamp. [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em <https://www.getalamp.pt/>.
- (52) SUNDEALS – Autoconsumo [Em linha]. Aveiro, Sundeals. [Consult. 3 set. 2017]. Disponível em <http://sundeals.pt/index.php/servicos/autoconsumo>.
- (53) KRANNICH SOLAR – Ecoline P60/ 230-250W [Em linha]. Rio Meão: Krannich Solar. [Consult. 3 set. 2017]. Disponível em http://pt.krannich-solar.com/fileadmin/content/data_sheets/solar_modules/spain/Luxor_Solar_Ecoline_P60_230-250W_EN.pdf.
- (54) CCBS – Involar, Microinverters [Em linha]. Lisboa: CCBS Energia. [Consult. 3 set. 2017]. Disponível em <http://www.ccbs-energia.pt/images/pdf/Microinversores/MAC250A-Specifications.pdf>.

2. Faturas de energia elétrica durante o período de janeiro a dezembro de 2016

2.1. Janeiro/fevereiro

Pag 1/2



Contém Assinatura Digital

Código de identificação 509400620 001
 Negócios FEV16 A pagar € 327,87

Atendimento a clientes 808 53 53 53
 8h às 22h/dias úteis
www.energia.edp.pt

C602106002937414

ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
 LG ALM PEDROSO, 9
 1495-101 ALGES

DESCONTOS SOCIAIS DE ENERGIA

Sabe se pode beneficiar da Tarifa Social e do ASECE na eletricidade e gás natural?

Saiba mais em energia.edp.pt, através do e-mail descontosocial@edp.pt, do telefone 808 53 53 53 (dias úteis das 8h às 22h) ou ainda em qualquer loja ou agente EDP.



80% Eletricidade (Desconto 2%)

18% IVA

2% Débitos/Créditos

TITULAR DO CONTRATO
 Nome: ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
 NIF: PT 509400620

Valor a pagar €327,87
 Débito a efetuar a partir de 2016-03-10

Banco CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS, SA
 IBAN PT500035046700**0965930*3
 Identificação do Credor PT46101632
 Mandato P1610000088138

e:nergi

Eletricidade

Período de faturação
 24 de dez 2015 a 23 de fev 2016 (62 dias)

Histórico de Consumo de Eletricidade (kWh)



■ Normal

€ 261,99

Atendimento Técnico Eletricidade
 800 506 506 Gratuito 24 horas por dia
 CPE - PT 0002 000 042 081 069 HL

IVA	€ 60,26
Outros débitos/créditos IVA incluído	€ 5,62

EDP Comercial - Comercialização de Energia, S.A. SEDE SOCIAL: Pr. Marquês de Pombal, 13 1250-162 Lisboa
 Reg. na CRC de Lisboa nº 5447 - NIPC 503504564 CAPITAL SOCIAL: € 20 814 695

DETALHE

e:nergi

Fatura nº 10099677269 de 2016-02-23

Eletricidade

Tipo de consumo	Data	Cálculo	Valor	IVA
Consumo já faturado	11 nov 15 a 23 dez 15	-1975 kWh x € 0,1587	€ -313,43	23%
Consumo normal medido	11 nov 15 a 08 jan 16	1903 kWh x € 0,1587	€ 302,01	23%
Consumo normal medido	09 jan 16 a 16 fev 16	1260 kWh x € 0,1634	€ 205,89	23%
Consumo normal estimado	17 fev 16 a 23 fev 16	307 kWh x € 0,1634	€ 50,16	23%
Desconto Consumo normal já faturado	11 nov 15 a 23 dez 15	2 % x € 313,43	€ 6,27	23%
Desconto Consumo normal	11 nov 15 a 08 jan 16	2 % x € 302,01	€ -6,04	23%
Desconto Consumo normal	09 jan 16 a 14 jan 16	2 % x € 31,54	€ -0,63	23%
Desconto Consumo normal	15 jan 16 a 16 fev 16	1 % x € 174,35	€ -1,74	23%
Desconto Consumo normal	17 fev 16 a 23 fev 16	1 % x € 50,16	€ -0,50	23%
Potência Contratada (6,9 kVA)	24 dez 15 a 08 jan 16	16 dias x € 0,2962	€ 4,74	23%
Potência Contratada (6,9 kVA)	09 jan 16 a 23 fev 16	46 dias x € 0,3003	€ 13,81	23%
Desconto Potência	24 dez 15 a 08 jan 16	2 % x € 4,74	€ -0,09	23%
Desconto Potência	09 jan 16 a 14 jan 16	2 % x € 1,8	€ -0,04	23%
Desconto Potência	15 jan 16 a 16 fev 16	1 % x € 9,91	€ -0,10	23%
Desconto Potência	17 fev 16 a 23 fev 16	1 % x € 2,1	€ -0,02	23%
Taxa exploração DGGE (DL-4/93)	24 dez 15 a 16 fev 16	3 x € 0,07	€ 0,21	23%
IE Cons Eletricidade já liquidado	11 nov 15 a 23 dez 15		€ -1,98	23%
Imp Especial Cons Eletricidade	11 nov 15 a 23 fev 16	3470 kWh x € 0,001	€ 3,47	23%
			€ 261,99	
			CO2 163,69 Kg	

Fontes de Energia

Eólica - 53,00%

Carvão - 10,90%

Cooperação Fóssil - 9,90%

Hídrica - 7,70%

Outras - 18,50%

A informação apresentada corresponde ao mix de fontes de energia do ano 2015

Seja mais em www.energiia.edp.pt e www.enerse.pt

Leituras Eletricidade

Contador: 1630106051218

Última Leitura Real: 16 de fevereiro de 2016

Super-Económico 10727 kWh

Normal 9165 kWh

Económico 24710 kWh

Para esta fatura foi estimado que a sua leitura é:

10801 kWh Super-Económico

9226 kWh Normal

24882 kWh Económico

Leituras 800 10 53 53

aviso de envio gratuito e automático 24h todos os dias

edponline.edp.pt

Código Único de Ponto de Entrega (CPE):

PT 0002 000 042 081 069 HL

LARG ALMIRANTE PEDROSO, 9 ALGES 1495-101 ALGES

Zona de Qualidade de Serviço - B | O total da fatura inclui o valor € 164,01, sem IVA, correspondente às tarifas de acesso às redes, onde se inclui o valor de custos de interesse económico geral (CIEG) no valor de € 103,61.

Contador

1630106051218

data	vazio	ponta	cheias
2015/11/10 (R)	10016	8543	22880
2015/12/23 (E)	10520	8924	23970
2016/02/16 (R)	10727	9165	24710
2016/02/23 (E)	10801	9226	24882
Total de consumos kWh	281	302	912

(R) - Real (E) - Estimada (C) - Leitura inicial calculada

IVA

	Cálculo	Valor
Total IVA (23%)	23% x € 261,99	€ 60,26
		€ 60,26

DÉBITOS/CRÉDITOS

Nome	Cálculo	Valor	IVA
Contribuição Audiovisual (Fatura n.º 30064237821)	2 x € 2,65	€ 5,30	6%
Total IVA (6%)	6 % x € 5,30	€ 0,32	
		€ 5,62	

Contribuição Audiovisual

A contribuição para o audiovisual foi criada pela Lei n.º 30/2003 e alterada pelo Decreto-lei nº 188-A/2005 e abrange os consumidores de energia elétrica.

2.1. Março/abril

Pag 1/2



Contém Assinatura Digital

Código de identificação 509400620 001

Negócios ABR16 A pagar € 485,21

Atendimento a clientes 808 53 53 53

8h às 22h/dias úteis

www.energia.edp.pt

C602138001426965

ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO

LG ALM PEDROSO, 9

1495-101 ALGES



81% Eletricidade (Desconto 1%)

18% IVA

1% Débitos/Créditos

Mensagem edp

Dê as leituras entre 2016-06-20 e 2016-06-22 através do edponline.edp.pt ou do 800 10 53 53 (chamada gratuita, 24h). Se enviar fora destas datas, parte do consumo será estimado. Recordamos que deve pagar as suas faturas dentro do prazo. O pagamento depois da data limite indicada na fatura resulta na cobrança de juros de mora à taxa legal.

TITULAR DO CONTRATO	
Nome: ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO	
NIF: PT 509400620	

Valor a pagar	€485,21
Débito a efetuar a partir de	2016-05-12

Banco	CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS, SA
IBAN	PT500035046700**0965930*3
Identificação do Credor	PT46101632
Mandato	P1610000088138

e:nergi	
<p>Eletricidade</p> <p>Período de faturação 24 de fev 2016 a 23 de abr 2016 (60 dias)</p>	<p>€ 389,91</p>
<p>Histórico de Consumo de Eletricidade (kWh)</p>  <p>Atendimento Técnico Eletricidade 800 506 506 Grátis 24 horas por dia CPE - PT 0002 000 042 081 069 HL</p>	

IVA	€ 89,68
Outros débitos/créditos	€ 5,62
IVA incluído	

DETALHE

e:nergi

Fatura nº 10106864540 de 2016-04-23



Eletricidade

Tipo de consumo	Data	Cálculo	Valor	IVA
Consumo normal estimado	24 fev 16 a 23 abr 16	2285 kWh x € 0,1634	€ 373,37	23%
Desconto Consumo normal	24 fev 16 a 23 abr 16	1 % x € 373,37	€ -3,73	23%
Potência Contratada (6,9 kVA)	24 fev 16 a 23 abr 16	60 dias x € 0,3003	€ 18,02	23%
Desconto Potência	24 fev 16 a 23 abr 16	1 % x € 18,02	€ -0,18	23%
Taxa exploração DGGE (DL-4/93)	24 fev 16 a 23 abr 16	2 x € 0,07	€ 0,14	23%
Imp Especial Cons Eletricidade	24 fev 16 a 23 abr 16	2285 kWh x € 0,001	€ 2,29	23%
			€ 389,91	
			CO2 250,18 Kg	

LARG ALMIRANTE PEDROSO, 9 ALGES 1495-101 ALGES

Zone de Qualidade de Serviço - B | O total da fatura inclui o valor € 238,93, sem IVA, correspondente às tarifas de acesso às redes, onde se inclui o valor de custos de interesse económico geral (CIEG) no valor de € 150,53.

Contador	1630106051218		
data	vazio	ponta	cheias
2016/02/23 (E)	10801	9226	24882
2016/04/23 (E)	11351	9678	26165
Total de consumos kWh	550	452	1283

(R) - Real (E) - Estimada (C) - Leitura inicial calculada

Fontes de Energia

Eólica - 53,00%
 Carvão - 10,90%
 Cogeração Fossil - 9,90%
 Hidrica - 7,70%
 Outras - 18,50%

A informação apresentada corresponde ao mix de fontes de energia do ano 2015

Saiba mais em www.energi.edp.pt e www.ersr.pt

Leituras Eletricidade

Contador: 1630106051218

Última Leitura Real: 16 de fevereiro de 2016

Super-Económico 10727 kWh

Normal 9165 kWh

Económico 24710 kWh

Para esta fatura foi estimado que a sua

leitura é:

11351 kWh Super-Económico

9678 kWh Normal

26165 kWh Económico

Leituras 800 10 53 53

atendimento gratuito e automático 24h todos os dias

edponline.edp.pt

Código Único de Ponto de Entrega (CPE):

PT 0002 000 042 081 069 HL

IVA

	Cálculo	Valor
Total IVA (23%)	23% x € 389,91	€ 89,68
		€ 89,68

DÉBITOS/CRÉDITOS

Nome	Cálculo	Valor	IVA
Contribuição Audiovisual (Fatura n.º 30069060791)	2 x € 2,65	€ 5,30	6%
Total IVA (6%)	6 % x € 5,30	€ 0,32	
		€ 5,62	

Contribuição Audiovisual

A contribuição para o audiovisual foi criada pela Lei n.º 30/2003 e alterada pelo Decreto-Lei n.º 169-A/2005 e abrange os consumidores de energia elétrica.

2.2. Maio/junho

Pag 1/2



Contém Assinatura Digital

Código de identificação	509400620 001
Negócios JUN16	A pagar € 380,36

Atendimento a clientes **808 53 53 53**

8h às 22h/dias úteis

www.energia.edp.pt

C602176001092626

ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
LG ALM PEDROSO, 9
1495-101 ALGES



81% Eletricidade (Desconto 1%)

18% IVA

1% Débitos/Créditos

Mensagem edp

Dê as leituras entre 2016-08-20 e 2016-08-22 através do edponline.edp.pt ou do 800 10 53 53 (chamada gratuita, 24h). Se enviar fora destas datas, parte do consumo será estimado.

TITULAR DO CONTRATO	
Nome:	ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
NIF:	PT 509400620
Valor a pagar €380,36	
Débito a efetuar a partir de 2016-07-08	
Banco	CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS, SA
IBAN	PT500035046700**0965930*3
Identificação do Credor	PT46101632
Mandato	P1610000088138

e:nergi

 <p>Eletricidade</p> <p>Período de faturação 24 de abr 2016 a 23 de jun 2016 (61 dias)</p>	<p>Histórico de Consumo de Eletricidade (kWh)</p>  <p>■ Normal</p>	<p>€ 304,67</p> <p>Atendimento Técnico Eletricidade 800 506 506 Gratuito 24 horas por dia CPE - PT 0002 000 042 081 069 HL</p>
---	--	--

IVA	€ 70,07
Outros débitos/créditos IVA incluído	€ 5,62

24062016

DETALHE

e:nergi

Fatura nº 10114121636 de 2016-06-23

Eletricidade

Tipo de consumo	Data	Cálculo	Valor	IVA
Consumo já faturado	17 fev 16 a 23 abr 16	-2592 kWh x € 0,1634	€ -423,53	23%
Consumo normal medido	17 fev 16 a 11 mai 16	2998 kWh x € 0,1634	€ 489,87	23%
Consumo normal estimado	12 mai 16 a 23 jun 16	1354 kWh x € 0,1634	€ 221,24	23%
Desconto Consumo normal já faturado	17 fev 16 a 23 fev 16	1 % x € 50,16	€ 0,50	23%
Desconto Consumo normal	17 fev 16 a 11 mai 16	1 % x € 489,87	€ -4,90	23%
Desconto Consumo normal já faturado	24 fev 16 a 23 abr 16	1 % x € 373,37	€ 3,73	23%
Desconto Consumo normal	12 mai 16 a 23 jun 16	1 % x € 221,24	€ -2,21	23%
Potência Contratada (6,9 kVA)	24 abr 16 a 23 jun 16	61 dias x € 0,3003	€ 18,32	23%
Desconto Potência	24 abr 16 a 11 mai 16	1 % x € 5,41	€ -0,05	23%
Desconto Potência	12 mai 16 a 23 jun 16	1 % x € 12,91	€ -0,13	23%
Taxa exploração DGGE (DL-4/93)	24 abr 16 a 11 mai 16	1 x € 0,07	€ 0,07	23%
IE Cons Eletricidade já liquidado	17 fev 16 a 23 abr 16		€ -2,59	23%
Imp Especial Cons Eletricidade	17 fev 16 a 23 jun 16	4352 kWh x € 0,001	€ 4,35	23%
			€ 304,67	
			CO2 192,70 Kg	

Fontes de Energia

Edifica - 53,00%

Carvão - 10,90%

Geração Fóssil - 9,90%

Hídrica - 7,70%

Outras - 18,50%

A informação apresentada corresponde ao mix de fontes de energia do ano 2015

Saiba mais em www.energi.edp.pt e www.erne.pt

Leituras Eletricidade

Contador: 1630106051218

Última Leitura Real: 11 de maio de 2016

Super-Económico 11375 kWh

Normal 9770 kWh

Económico 26455 kWh

Para esta fatura foi estimado que a sua leitura é:

11694 kWh Super-Económico

10032 kWh Normal

27228 kWh Económico

Leituras 800 10 53 53

atendimento gratuito e automático 24h todos os dias

edponline.edp.pt

Código Único de Ponto de Entrega (CPE):

PT 0002 000 042 081 069 HL

LARG ALMIRANTE PEDROSO , 9 ALGES 1495-101 ALGES

Zona de Qualidade de Serviço - B | O total da fatura inclui o valor € 187,94, sem IVA, correspondente às tarifas de acesso às redes, onde se inclui o valor de custos de interesse económico geral (CIEG) no valor de € 118,42.

Contador 1630106051218

data	vazio	ponta	cheias
2016/02/16 (R)	10727	9165	24710
2016/04/23 (E)	11351	9678	26165
2016/05/11 (R)	11375	9770	26455
2016/06/23 (E)	11694	10032	27228
Total de consumos kWh	343	354	1063

(R) - Real (E) - Estimada (C) - Leitura inicial calculada

IVA

Total IVA (23%)	<div>Cálculo</div> 23% x € 304,67	<div>Valor</div> € 70,07	€ 70,07
-----------------	-----------------------------------	--------------------------	----------------

DÉBITOS/CRÉDITOS

Nome	Cálculo	Valor	IVA
Contribuição Audiovisual (Fatura n.º 30073919186)	2 x € 2,65	€ 5,30	6%
Total IVA (6%)	6 % x € 5,30	€ 0,32	
		€ 5,62	

Contribuição Audiovisual

A contribuição para a audiovisual foi criada pela Lei n.º 30/2003 e alterada pelo Decreto-lei nº 169-A/2005 e abrange os consumidores de energia elétrica.

2.3. Julho/agosto

Pag 1/2



Contém Assinatura Digital

Código de identificação 509400620 001

Negócios AGO16 A pagar € 524,82

Atendimento a clientes 808 53 53 53

8h às 22h/dias úteis

www.energia.edp.pt

C602194001030987

ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
LG ALM PEDROSO, 9
1495-101 ALGES

CASA TOTAL FUNCIONA
gás natural + eletricidade + funciona

DESCONTOS ATÉ

5% + 4% + 50%
GÁS NATURAL ELETRICIDADE FUNCIONA 3 MESES

81% Eletricidade (Desconto 1%)

18% IVA

1% Débitos/Créditos

Mensagem edp

Dê as leituras entre 2016-10-20 e 2016-10-22 através do edponline.edp.pt ou do 800 10 53 53 (chamada gratuita, 24h). Se enviar fora destas datas, parte do consumo será estimado.

TITULAR DO CONTRATO

Nome: ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO

NIF: PT 509400620

Valor a pagar

€524,82

Débito a efetuar a partir de

2016-09-08

Banco

CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS, SA

IBAN

PT500035046700**0965930*3

Identificação do Credor

PT46101632

Mandato

P1610000088138

e:nergi

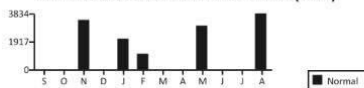


Eletricidade

Período de faturação

24 de jun 2016 a 23 de ago 2016 (61 dias)

Histórico de Consumo de Eletricidade (kWh)



€ 421,77

Atendimento Técnico Eletricidade
800 506 506 Grátis 24 horas por dia
CPE - PT 0002 000 042 081 069 HL

IVA

€ 97,01

Outros débitos/créditos

IVA incluído

€ 6,04

24082016

DETALHE

e:nergi

Fatura nº 10121564027 de 2016-08-23



Eletricidade

Tipo de consumo	Data	Cálculo	Valor	IVA
Consumo já faturado	12 mai 16 a 23 jun 16	-1354 kWh x € 0,1634	€ -221,24	23%
Consumo normal medido	12 mai 16 a 18 ago 16	3673 kWh x € 0,1634	€ 600,17	23%
Consumo normal estimado	19 ago 16 a 23 ago 16	160 kWh x € 0,1634	€ 26,14	23%
Desconto Consumo normal já faturado	12 mai 16 a 23 jun 16	1 % x € 221,24	€ 2,21	23%
Desconto Consumo normal	12 mai 16 a 18 ago 16	1 % x € 600,17	€ -6,00	23%
Desconto Consumo normal	19 ago 16 a 23 ago 16	1 % x € 26,14	€ -0,26	23%
Potência Contratada (6,9 kVA)	24 jun 16 a 23 ago 16	61 dias x € 0,3003	€ 18,32	23%
Desconto Potência	24 jun 16 a 18 ago 16	1 % x € 16,82	€ -0,17	23%
Desconto Potência	19 ago 16 a 23 ago 16	1 % x € 1,5	€ -0,02	23%
Taxa exploração DGGE (DL-4/93)	24 jun 16 a 18 ago 16	2 x € 0,07	€ 0,14	23%
IE Cons Eletricidade já liquidado	12 mai 16 a 23 jun 16		€ -1,35	23%
Imp Especial Cons Eletricidade	12 mai 16 a 23 ago 16	3833 kWh x € 0,001	€ 3,83	23%
			€ 421,77	
			CO2 400,09 Kg	

Fontes de Energia

■	Edifica - 53,00%
■	Carvão - 10,80%
■	Cogeração Fossil - 9,90%
■	Hídrica - 7,70%
■	Outras - 18,50%

A informação apresentada corresponde ao mix de fontes de energia do ano 2015

Saiba mais em www.energie.edp.pt e www.edp.pt

Leituras Eletricidade

Contador: 1630106051218
Última leitura Real: 18 de agosto de 2016
Super-Económico 12381 kWh
Normal 10412 kWh
Económico 28480 kWh

Para esta fatura foi estimado que a sua leitura é:
12422 kWh Super-Económico
10441 kWh Normal
28570 kWh Económico

Leituras 800 10 53 53

atendimento gratuito e automático 24h todos os dias

edponline.edp.pt

Código Único de Ponto de Entrega (CPE):

PT 0002 000 042 081 069 HL

LARG ALMIRANTE PEDROSO , 9 ALGES 1495-101 ALGES

Zona de Qualidade de Serviço - B | O total da fatura inclui o valor de € 258,13, sem IVA, correspondente às tarifas de acesso às redes, onde se inclui o valor de custos de interesse económico geral (CIEG) no valor de € 162,63.

Contador 1630106051218

data	vazio	ponta	cheias
2016/05/11 (R)	11375	9770	26455
2016/06/23 (E)	11694	10032	27228
2016/08/18 (R)	12381	10412	28480
2016/08/23 (E)	12422	10441	28570
Total de consumos kWh	728	409	1342

(R) - Real (E) - Estimada (C) - Leitura inicial calculada

IVA

	Cálculo	Valor
Total IVA (23%)	23% x € 421,77	€ 97,01
		€ 97,01

DÉBITOS/CRÉDITOS

Nome	Cálculo	Valor	IVA
Contribuição Audiovisual (Fatura n.º 30078808446)	2 x € 2,85	€ 5,70	6%
Total IVA (6%)	6 % x € 5,70	€ 0,34	
		€ 6,04	

Contribuição Audiovisual

A contribuição para o audiovisual foi criada pela Lei n.º 30/2003 e alterada pelo Decreto-Lei n.º 169-A/2005 e abrange os consumidores de energia elétrica.

2.4. Setembro/outubro

Contém Assinatura Digital



C801182001192248



ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
LG ALM PEDROSO , 9
1495-101 ALGES

Período de faturação: 24 de agosto a 23 de outubro 2016


ELETRICIDADE
340,22 €


GÁS
NATURAL
ADERIR


SERVIÇOS
ADERIR


TAXAS E
IMPOSTOS
86,91 €



AS MINHAS MENSAGENS

Conheça todos os descontos, planos de energia e serviços disponíveis em energia.edp.pt, através da nossa linha de atendimento, ou numa loja ou agente EDP.

COMO POSSO POUPAR



Recebo descontos na minha fatura de energia por fazer compras nos parceiros da Comunidade EDP.

mais em comunidade.edp.pt

O QUE MARCA O MEU CONTADOR



Vazio 1 2 9 3 0 kWh

Ponta 1 0 8 0 7 kWh

Cheias 2 9 6 8 8 kWh

Nr 1630106051218

Leitura estimada
a 23 de outubro 2016

Dê as leituras entre 2016-12-20 e 2016-12-22 através do edponline.edp.pt ou do 800 10 53 53 (24h chamada grátis).
Se enviar fora destas datas, parte do consumo será estimado.

NOVA FATURA EDP

Está tão simples que
lhe dá mais tempo
para si.



OS MEUS DADOS

Nome do titular
ASSOCIACAO FREI FABIANO DE
CRISTO

Morada de fornecimento
LARG ALMIRANTE PEDROSO , 9
ALGES

NIF
509400620

Produto (s)
Eletricidade

IBAN
PT500035046700**0965930*3

Banco CGD
Ident. credor PT46101632
Mandato P1610000088138

CPE (Código Ponto Entrega)
PT 0002 000 042 081 069 HL

Potência
6,9 kVA (simples)

ÁREA DE CLIENTES E CONTACTOS

energia.edp.pt

A minha área de cliente
edponline.edp.pt ou app EDP Online

Atendimento a clientes 808 53 53 53
Chamada com custo de rede fixa nacional. Dias úteis (8h - 22h)

Leituras e dados pagamento 800 10 53 53
Atendimento automático (24h - chamada grátis)

Avarias Eletricidade 800 506 506
(24h - chamada grátis)

27102016

edp 1 de 2

ELETRICIDADE		FATURA Nº 10130123179		DE: 23 de outubro 2016		VALOR: 421,09 €		
Descrição	Quantidade	x	Preço	=	Valor	Desconto	Total s/IVA	IVA
Consumo estimado								
Simples	1991 kWh		0,1634 €		325,33 €	1% (-3,25 €)	322,08 €	23%
24 ago a 23 out								
A 23 de outubro estimamos que o seu contador marcaria 12930 em vazio, 10807 em ponta e 29688 em cheias. Assim, estimamos que o seu consumo foi de 508 kWh em vazio, 366 kWh em ponta e 1117 kWh em cheias. Uma vez que a sua oferta pressupõe uma só leitura, o consumo estimado é somado e faturado do seguinte modo: simples 1991 kWh (508 + 366 + 1117).								
Potência (6,9 kVA)	61 dias		0,3003 €		18,32 €	1% (-0,18 €)	18,14 €	23%
24 ago a 23 out								
						TOTAL	340,22 €	sem IVA
TAXAS E IMPOSTOS								
Descrição	Quantidade	x	Preço	=	Valor	Abatimentos	Total s/IVA	IVA
DGEG	2 meses		0,07 €		0,14 €		0,14 €	23 %
IEC	1991 kWh		0,001 €		1,99 €		1,99 €	23 %
24 ago a 23 out								
IVA (340,22 € + 0,14 € + 1,99 €)	342,35 €		23 %		78,74 €			
						TOTAL	80,87 €	

Zona de Qualidade de Serviço - B

O preço da eletricidade inclui o valor de 210,49 € (sem IVA) correspondente às tarifas de acesso às redes, que contém o valor dos Custos de Interesse Económico Geral (CIEG) no valor de 132,61 €. Estes valores são independentes do comercializador.

CONTRIBUIÇÃO AUDIOVISUAL		FATURA Nº 30083449379			DE: 23 de outubro 2016		VALOR: 6,04 €	
Descrição	Quantidade	x	Preço	=	Valor	Abatimentos	Total s/IVA	IVA
Contribuição Audiovisual	2 meses		2,85 €		5,70 €		5,70 €	6%
IVA (5,70 €)	5,70 €		6 %		0,34 €			
							TOTAL	6,04 €

O MEU DESEMPENHO ENERGÉTICO



Que impostos de eletricidade pago?

A taxa de Exploração Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) corresponde à taxa de utilização e exploração das instalações elétricas e é paga ao Estado. É uma taxa fixa cujo valor é determinado pela Direção-Geral de Energia e Geologia.

O Imposto Especial de Consumo de Eletricidade (IEC) integrado na subcategoria de imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) é pago ao Estado. Este imposto foi criado em 2012 e é aplicado pelos comercializadores de eletricidade aos seus clientes. Em Portugal continental a taxa está fixa em 0,001 € por kWh.

A Contribuição para o Audiovisual (CAV) destina-se a financiar o serviço público de radiodifusão e de televisão, sendo entregue à Rádio e Televisão de Portugal SGP, S.A. Esta contribuição tem um valor mensal de 2,85 € + IVA (6%). O valor mensal da contribuição é reduzido para 1 € + IVA (6%) para os clientes economicamente vulneráveis. Estão isentos de pagamento os clientes com consumo anual inferior a 400 kWh.

2.5. Novembro/dezembro

Contém Assinatura Digital



C801152001513543



ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
LG ALM PEDROSO , 9
1495-101 ALGES

Período de faturação: 24 de outubro a 23 de dezembro 2016


ELETRICIDADE
468,16 €


GÁS NATURAL
ADERIR


SERVIÇOS
ADERIR


TAXAS E IMPOSTOS
117,31 €



AS MINHAS MENSAGENS

Conheça todos os descontos, planos de energia e serviços disponíveis em energia.edp.pt, através da nossa linha de atendimento, ou numa loja ou agente EDP.

COMO POSSO POUPAR



Recebo descontos na minha fatura de energia por fazer compras nos parceiros da Comunidade EDP.

mais em comunidade.edp.pt

O QUE MARCA O MEU CONTADOR



Vazio **1 3 7 1 5**
Ponta **1 1 2 9 8**
Cheias **3 1 1 9 3**
Nr 1630106051218

Leitura estimada
a 23 de dezembro 2016

Dê as leituras entre 2017-02-20 e 2017-02-22 através do edponline.edp.pt ou do 800 10 53 53 (24h chamada grátis).
Se enviar fora destas datas, parte do consumo será estimado.

POR TER O DÉBITO DIRETO ATIVO ESTÁ AUTOMATICAMENTE HABILITADO A GANHAR 1 MÊS DE ENERGIA GRÁTIS

SAIBA MAIS EM ENERGIA.EDP.PT

Campanha válida até 18 de janeiro de 2017.

OS MEUS DADOS



Nome do titular
ASSOCIACAO FREI FABIANO DE CRISTO
IBAN
PT500035046700**0965930*3
Banco CGD
Ident. credor PT46101632
Morada de fornecimento
LARG ALMIRANTE PEDROSO , 9 ALGES
Mandato P1610000088138
NIF
509400620
CPE (Código Ponto Entrega)
PT 0002 000 042 081 069 HL
Produto (s)
Eletricidade
Potência
6,9 kVA (simples)

ÁREA DE CLIENTES E CONTACTOS

energia.edp.pt
A minha área de cliente
edponline.edp.pt ou app EDP Online
Atendimento a clientes 808 53 53 53
Chamada com custo de rede fixa nacional. Dias úteis (8h - 22h)
Leituras e dados pagamento 800 10 53 53
Atendimento automático (24h - chamada grátis)
Avarias Eletricidade 800 506 506
(24h - chamada grátis)

24122016

edp 1 de 3

ELETRICIDADE		FATURA Nº 10140611517		DE: 23 de dezembro 2016		VALOR: 579,43 €			
Descrição	Quantidade	x	Preço	=	Valor	Desconto	Total s/IVA	IVA	
Consumo real Simples 19 ago a 14 nov 2016	3306 kWh		0,1634 €		540,20 €	1% (-5,40 €)	534,80 €	23%	
A 14 de novembro recebemos uma leitura de 13294 em vazio, 11000 em ponta e 30285 em cheias. Antes desta, tínhamos uma leitura de 12381 em vazio, 10412 em ponta e 28480 em cheias a 18 de agosto. Assim, o seu consumo real entre estas datas foi 913 kWh (13294 - 12381) em vazio, 588 kWh (11000 - 10412) em ponta e 1805 kWh (30285 - 28480) em cheias. Uma vez que a sua oferta pressupõe uma só leitura, o consumo medido é somado e faturado do seguinte modo: simples 3306 kWh (913 + 588 + 1805).									
Consumo estimado Simples 15 nov a 23 dez 2016	1627 kWh		0,1634 €		265,85 €	1% (-2,66 €)	263,19 €	23%	
A 23 de dezembro estimamos que o seu contador marcaria 13715 em vazio, 11298 em ponta e 31193 em cheias. Assim, estimamos que o seu consumo foi de 421 kWh em vazio, 298 kWh em ponta e 908 kWh em cheias. Uma vez que a sua oferta pressupõe uma só leitura, o consumo estimado é somado e faturado do seguinte modo: simples 1627 kWh (421 + 298 + 908).									
Abatimentos 19 ago a 23 out 2016							-347,96 €	23%	
A 14 de novembro recebemos uma leitura. Assim, estamos a abater a faturação dos consumos estimados entre 19 de agosto e 23 de outubro.									
Potência (6,9 kVA) 24 out a 23 dez 2016	61 dias		0,3003 €		18,32 €	1% (-0,19 €)	18,13 €	23%	
							 TOTAL	468,16 €	sem IVA
TAXAS E IMPOSTOS									
Descrição	Quantidade	x	Preço	=	Valor	Abatimentos	Total s/IVA	IVA	
DGEG	1 mês		0,07 €		0,07 €		0,07 €	23 %	
	1 mês		0,07 €		0,07 €		0,07 €	23 %	
IEC 19 ago a 23 dez 2016	4933 kWh		0,001 €		4,93 €	-2,15 €	2,78 €	23 %	
A 14 de novembro recebemos uma leitura. Assim, estamos a abater o valor estimado do IEC entre 19 de agosto e 23 de outubro.									
IVA (468,16 € + 0,07 € + 0,07 € + 2,78 €)	471,08 €		23 %		108,35 €		 TOTAL	111,27 €	

Zona de Qualidade de Serviço - B

O preço da eletricidade inclui o valor de 287,70 € (sem IVA) correspondente às tarifas de acesso às redes, que contém o valor dos Custos de Interesse Económico Geral (CIEG) no valor de 181,25 €. Estes valores são independentes do comercializador.

CONTRIBUIÇÃO AUDIOVISUAL		FATURA Nº 30089257054			DE: 23 de dezembro 2016		VALOR: 6,04 €	
Descrição	Quantidade	x	Preço	=	Valor	Abatimentos	Total s/IVA	IVA
Contribuição Audiovisual	2 meses		2,85 €		5,70 €		5,70 €	6%
IVA (5,70 €)	5,70 €		6 %		0,34 €			
							TOTAL	6,04 €

Que impostos de eletricidade pago?

A taxa de Exploração Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) corresponde à taxa de utilização e exploração das instalações elétricas e é paga ao Estado. É uma taxa fixa cujo valor é determinado pela Direção-Geral de Energia e Geologia.

O Imposto Especial de Consumo de Eletricidade (IEC) integrado na subcategoria de imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) é pago ao Estado. Este imposto foi criado em 2012 e é aplicado pelos comercializadores de eletricidade aos seus clientes. Em Portugal continental a taxa está fixa em 0,001 € por kWh.

A Contribuição para o Audiovisual (CAV) destina-se a financiar o serviço público de radiodifusão e de televisão, sendo entregue à Rádio e Televisão de Portugal SGPS, S.A. Esta contribuição tem um valor mensal de 2,85 € + IVA (6%). O valor mensal da contribuição é reduzido para 1 € + IVA (6%) para os clientes economicamente vulneráveis. Estão isentos de pagamento os clientes com consumo anual inferior a 400 kWh.

24122016

edp 2 de 3

